

**UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



TESIS

**“EVALUACIÓN ESTRUCTURAL PARA DETERMINAR LA
RESPUESTA SÍSMICA DEL BLOQUE B DE LA INSTITUCIÓN
EDUCATIVA PARROQUIAL SANTA CRUZ, DISTRITO CORONEL
GREGORIO ALBARRACÍN LANCHIPA, TACNA, 2025”**

PARA OPTAR:

TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR:

Bach. ALEX WILBERT CONDORI LUQUE

Bach. DANIEL ALEJANDRO PORTUGAL MAMANI

TACNA – PERÚ

2025

**UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

TESIS

**“EVALUACIÓN ESTRUCTURAL PARA DETERMINAR LA
RESPUESTA SÍSMICA DEL BLOQUE B DE LA INSTITUCIÓN
EDUCATIVA PARROQUIAL SANTA CRUZ, DISTRITO CORONEL
GREGORIO ALBARRACÍN LANCHIPA, TACNA, 2025”**

Tesis sustentada y aprobada el 13 de diciembre del 2025; estando el jurado calificador integrado por:

PRESIDENTE : Mtro. DINA MARLENE COTRADO FLORES

SECRETARIO : Mag. FREDY RICHARD CONDORI GOMEZ

VOCAL : Mtro. EDGAR HIPOLITO CHAPARRO QUISPE

ASESOR : Mtro. GIANCARLOS JAVIER MACHACA FRIAS

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Nosotros, Alex Wilbert Condori Luque y Daniel Alejandro Portugal Mamani, egresados, de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada de Tacna, identificados con DNI 77098860 y 72680171 respectivamente, así como Giancarlos Javier Machaca Frías con DNI 70017976; declaramos en calidad de autores y asesor que:

1. Somos los autores de la tesis titulado: *Evaluación estructural para determinar la respuesta sísmica del bloque B de la Institución Educativa Parroquial Santa Cruz, distrito coronel Gregorio Albarracín Lanchipa, Tacna, 2025*, la cual presentamos para optar el título Profesional de Ingeniero de *ingeniería civil*.
2. La tesis es completamente original y no ha sido objeto de plagio, total ni parcialmente, habiéndose respetado rigurosamente las normas de citación y referencias para todas las fuentes consultadas.
3. Los datos presentados en los resultados son auténticos y no han sido objeto de manipulación, duplicación ni copia.


En virtud de lo expuesto, asumimos frente a La Universidad toda responsabilidad que pudiera derivarse de la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la *tesis*, así como por los derechos asociados a la obra.


En consecuencia, nos comprometemos ante a La Universidad y terceros a asumir cualquier perjuicio que pueda surgir como resultado del incumplimiento de lo aquí declarado, o que pudiera ser atribuido al contenido de la tesis, incluyendo cualquier obligación económica que debiera ser satisfecha a favor de terceros debido a acciones legales, reclamos o disputas resultantes del incumplimiento de esta declaración.

En caso de descubrirse fraude, piratería, plagio, falsificación o la existencia de una publicación previa de la obra, aceptamos todas las consecuencias y sanciones que puedan derivarse de nuestras acciones, acatando plenamente la normatividad vigente.

Tacna, 13 de diciembre de 2025


Alex Wilbert Condori Luque
DNI: 77098860


Giancarlos Javier Machaca Frías
DNI: 70017976


Daniel Alejandro Portugal Mamani
DNI: 72680171

DEDICATORIA

A mis padres, por su gran apoyo incondicional y ser mi mayor ejemplo de esfuerzo, amor y perseverancia, a mis hermanos, por siempre estar presentes, brindándome su apoyo constante, aliento, compañía y alegrías en cada etapa de mi vida.

Alex Wilbert Condori Luque

Dedico este trabajo a mi mamá, a mi abuelo y a mi abuela, quienes han sido mi fortaleza y mi inspiración en cada etapa de mi vida. A ellos, que con amor, sacrificio y entrega incondicional me han guiado siempre. Y a mí “segunda madre”, que me ha acompañado en un proceso de aprendizaje, paciencia y crecimiento personal. A todos ustedes, con todo mi cariño y gratitud.

Daniel Alejandro Portugal Mamani

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, a Dios, por darme salud y la fortaleza necesaria para culminar y haber llegado a esta etapa tan importante de mi vida.

A mis padres, por su apoyo y entrega incondicional, a mis hermanos, por su comprensión y motivación constante durante mi formación académica.

Finalmente, a las personas que formaron parte de mi desarrollo profesional, en especial a mis jefas durante mi etapa de prácticas profesionales, por su apoyo, orientación y enseñanzas, así también por compartir sus conocimientos y experiencias, las cuales contribuyeron significativamente en mi crecimiento profesional.

A todos, mi más sincero agradecimiento.

Alex Wilbert Condori Luque

AGRADECIMIENTO

Agradezco profundamente a Dios por iluminar mi camino y brindarme la fuerza necesaria para culminar esta etapa de mi formación profesional. Sin su guía y protección, este logro no habría sido posible.

De manera especial, expreso mi sincero agradecimiento a mi mamá, a mi abuelo y a mi abuela, quienes han sido un pilar fundamental en mi vida. Su apoyo incondicional, sus palabras de aliento y su presencia constante han sido la motivación que me ha impulsado a seguir adelante incluso en los momentos más difíciles. A ellos les debo gran parte de lo que soy y de lo que he logrado.

Finalmente, extendiendo mi gratitud a todas las personas que, de una u otra manera, contribuyeron con su apoyo, comprensión y paciencia durante el desarrollo de esta tesis. Cada gesto, consejo y acompañamiento han dejado una huella significativa en este proceso que hoy culmino con orgullo.

A todos, les agradezco mucho sinceramente.

Daniel Alejandro Portugal Mamani

ÍNDICE GENERAL

| | |
|--|------|
| PÁGINA DE JURADOS | ii |
| DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD | iii |
| DEDICATORIA | iv |
| AGRADECIMIENTO | v |
| ÍNDICE GENERAL..... | vii |
| ÍNDICE DE TABLAS | xi |
| ÍNDICE DE FIGURAS..... | xiii |
| RESUMEN..... | xv |
| ABSTRAC..... | xvi |
| INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| CAPITULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN | 3 |
| 1.1. Descripción del problema | 3 |
| 1.2. Formulación del problema | 4 |
| 1.2.1. Problema general..... | 4 |
| 1.2.2. Problemas específicos..... | 4 |
| 1.3. Justificación e importancia | 4 |
| 1.4. Objetivos | 5 |
| 1.4.1. Objetivo general..... | 5 |
| 1.4.2. Objetivos específicos | 5 |
| 1.5. Hipótesis | 5 |
| 1.5.1. Hipótesis general | 5 |
| 1.5.2. Hipótesis específica | 6 |
| CAPITULO II: MARCO TEÓRICO | 7 |
| 2.1. Antecedentes de la investigación | 7 |
| 2.1.1. Antecedentes a nivel regional | 7 |
| 2.1.2. Antecedentes a nivel nacional | 7 |

| | |
|--|----|
| 2.1.3. Antecedentes a nivel internacional | 8 |
| 2.2. Bases teóricas..... | 9 |
| 2.2.1. Sismicidad en Perú..... | 9 |
| 2.2.2. Sismicidad en Tacna..... | 10 |
| 2.2.3. Norma E.020- Cargas | 11 |
| 2.2.4. Norma E.030 – Diseño Sismorresistente | 13 |
| 2.2.5. Fundamentos del comportamiento sísmico en estructuras | 21 |
| 2.2.6. Modelamiento estructural en ETABS | 21 |
| 2.2.7. Deriva estructural..... | 22 |
| 2.2.8. Ensayos no destructivos | 23 |
| 2.2.9. Vulnerabilidad estructural | 24 |
| 2.2.10. Modos de falla | 24 |
| 2.2.11. Ficha de inspección visual FEMA 154 | 25 |
| 2.3. Definición de términos..... | 25 |
| 2.3.1. Evaluación estructural..... | 25 |
| 2.3.2. Respuesta sísmica..... | 25 |
| 2.3.3. ETABS..... | 25 |
| 2.3.4. Pórtico estructural..... | 25 |
| 2.3.5. Carga sísmica..... | 25 |
| 2.3.6. Esclerómetro | 26 |
| 2.3.7. Sismos..... | 26 |
| 2.3.8. Modelo estructural | 26 |
| 2.3.9. Separación entre Edificios | 26 |
| 2.3.10. Periodo fundamental de vibración | 26 |
| 2.3.11. Albañilería confinada | 26 |
| 2.3.12. Estructurales de concreto armado..... | 27 |
| 2.3.13. Análisis estático..... | 27 |
| 2.3.14. Análisis dinámico..... | 27 |
| CAPITULO III: MARCO METODOLÓGICO | 28 |

| | |
|--|----|
| 3.1. Diseño de la investigación | 28 |
| 3.2. Acciones y actividades | 28 |
| 3.3. Materiales e instrumentos | 29 |
| 3.3.1. Instrumentos manuales | 29 |
| 3.3.2. Instrumentos digitales o electrónicos..... | 29 |
| 3.3.3. Softwares especializados | 30 |
| 3.4. Población y muestra de estudio..... | 30 |
| 3.5. Operación de variables..... | 31 |
| 3.6. Técnicas de procesamiento y análisis estadístico | 31 |
| 3.6.1. Ubicación..... | 32 |
| 3.6.2. Técnicas de recolección de datos..... | 34 |
| 3.6.3. Trabajos y actividades en gabinete | 41 |
| CAPITULO IV: RESULTADOS | 47 |
| 4.1. Evaluación visual rápida por FEMA 154..... | 47 |
| 4.2. Ensayo de esclerometría..... | 48 |
| 4.3. Modelamiento y análisis del Bloque B | 49 |
| 4.3.1. Propiedad de los materiales | 49 |
| 4.3.2. Características de los elementos estructurales | 50 |
| 4.3.3. Sistema estructural..... | 52 |
| 4.3.4. Modelamiento del bloque B | 52 |
| 4.3.5. Categoría de la edificación | 54 |
| 4.3.6. Cargas muertas aplicadas | 54 |
| 4.3.7. Cargas vivas aplicadas..... | 57 |
| 4.3.8. Estimación de Peso del bloque B | 59 |
| 4.3.9. Análisis estático..... | 60 |
| 4.3.10. Verificación de Irregularidad en planta | 63 |
| 4.3.11. Verificación de Irregularidad en altura | 65 |
| 4.3.12. Verificación de sistema estructural por Cortante basal | 68 |
| 4.3.13. Análisis dinámico..... | 70 |

| | |
|--|----|
| 4.3.14. Análisis modal espectral | 75 |
| 4.3.15. Desplazamientos para separación entre edificios..... | 77 |
| 4.3.16. Evaluación de distorsiones | 78 |
| 4.3.17. Fuerza cortante mínima..... | 81 |
| CAPITULO V: DISCUSIÓN..... | 82 |
| CONCLUSIONES | 84 |
| RECOMENDACIONES..... | 85 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 86 |
| ANEXOS..... | 88 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Cargas Vivas Repartidas en uso Educación | 12 |
| Tabla 2. Peso de Unidades de Albañilería | 12 |
| Tabla 3. Peso de Enlucidos o Revoques | 13 |
| Tabla 4. Espesores de losas aligeradas y pesos propios..... | 13 |
| Tabla 5. Factores de zona "Z" | 14 |
| Tabla 6. Factores de Suelo según norma E.030 | 15 |
| Tabla 7. Periodos TP y TL según normativa | 16 |
| Tabla 8. Factor de amplificación según E.030 | 16 |
| Tabla 9. Categoría de edificaciones y factor "U" según normatividad | 17 |
| Tabla 10. Categoría y sistema estructural de edificaciones categoría A | 17 |
| Tabla 11. Sistemas estructurales | 18 |
| Tabla 12. Irregularidades estructurales en altura según E.030 | 18 |
| Tabla 13. Irregularidades estructurales en planta según E.030 | 19 |
| Tabla 14. Categoría y regularidad de edificaciones | 19 |
| Tabla 15. Límites para la distorsión de entrepiso..... | 20 |
| Tabla 16. Operación de variables | 31 |
| Tabla 17. Formato para lecturas del ensayo del esclerómetro..... | 40 |
| Tabla 18. Formato de resultados de esclerometría..... | 48 |
| Tabla 19. Especificaciones Técnicas de concreto del Bloque B | 49 |
| Tabla 20. Especificaciones Técnicas de Mampostería del Bloque B | 49 |
| Tabla 21. Características Estructurales de Columnas del Bloque B | 50 |
| Tabla 22. Características Estructurales de las Vigas del Bloque B | 51 |
| Tabla 23. Características Estructurales de Losa del Bloque B..... | 52 |
| Tabla 24. Característica Estructural del Muro de Albañilería del Bloque B | 52 |
| Tabla 25. Sistema Estructural por Eje del Bloque B..... | 52 |
| Tabla 26. Sobrecargas Uniformes Muerta en Bloque B | 54 |

| | |
|--|----|
| Tabla 27. Sobrecarga Distribuida Muerta en Bloque B | 55 |
| Tabla 28. Cargas Vivas Repartidas en Bloque B | 58 |
| Tabla 29. Porcentaje del Peso Sísmico Asumido en Bloque B | 59 |
| Tabla 30. Parámetros sísmicos para cada dirección..... | 61 |
| Tabla 31. Rigidez por Pisos en el Bloque B..... | 66 |
| Tabla 32. Verificación de Rigidez del Bloque B en base a la normativa..... | 66 |
| Tabla 33. Desplazamientos Laterales Máximos del Bloque B..... | 78 |
| Tabla 34. Derivas de Entrepiso Máximos del Bloque B | 80 |
| Tabla 35. Verificación de Cortantes(C) Estática y Dinámica | 81 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Proceso de subducción de la placa de Nazca y Sudamericana | 10 |
| Figura 2. Zonificación..... | 14 |
| Figura 3. Rama elástica de la curva de capacidad..... | 21 |
| Figura 4. Modelamiento Estructural en ETABS..... | 22 |
| Figura 5. Derivas a partir de desplazamientos laterales de un edificio..... | 23 |
| Figura 6. Esclerómetro empleado | 23 |
| Figura 7. Tipos de falla en muro de corte..... | 24 |
| Figura 8. Ubicación de la Institución Educativa Parroquial Santa Cruz..... | 32 |
| Figura 9. Fachada de la Institución Educativa Parroquial Santa Cruz..... | 33 |
| Figura 10. Plano catastral del bloque B de la I.E. Parroquial Santa Cruz | 33 |
| Figura 11. Ficha de Inspección Visual Rápida de FEMA 154 | 34 |
| Figura 12. Toma de medidas in situ del bloque B | 35 |
| Figura 13. Toma de medidas en vigas en bloque B | 36 |
| Figura 14. Toma de medidas de columnas en Bloque B..... | 36 |
| Figura 15. Presentación del Esclerómetro | 37 |
| Figura 16. Realización de esclerometría en vigas..... | 37 |
| Figura 17. Realización de esclerometría en columnas..... | 38 |
| Figura 18. Ensayo de esclerometría en Vigas principales..... | 38 |
| Figura 19. Ubicación de puntos de ensayo de esclerometría en nivel 1 | 39 |
| Figura 20. Ubicación de puntos de ensayo de esclerometría en nivel 2 | 39 |
| Figura 21. Abaco del Calculo Esclerómetro | 41 |
| Figura 22. Plano Arquitectónico de distribución de nivel 1 | 42 |
| Figura 23. Plano Arquitectónico de distribución de nivel 2..... | 42 |
| Figura 24. Plano de elevación principal | 43 |
| Figura 25. Plano de corte A-A..... | 43 |
| Figura 26. Plano de corte B-B..... | 44 |
| Figura 27. Plano de estructuras | 44 |
| Figura 28. Vista al bloque B existente..... | 45 |
| Figura 29. Modelado estructural preliminar del bloque B | 46 |
| Figura 30. Ficha de formato FEMA 154 | 47 |
| Figura 31. Características de la columna T..... | 50 |
| Figura 32. Características de vigas con peraltes variables | 51 |
| Figura 33. Elementos Estructurales del modelado..... | 53 |

| | |
|--|----|
| Figura 34. Vista 3D del modelado del Bloque B..... | 53 |
| Figura 35. Vista 3D de aplicación de cargas distribuidas en el modelado..... | 57 |
| Figura 36. Vista en planta de cargas distribuidas aplicadas en el modelado | 57 |
| Figura 37. Aplicación de cargas uniformes en piso 2 en el modelado..... | 58 |
| Figura 38. Aplicación de cargas uniformes en azotea en el modelado | 59 |
| Figura 39. Configuración en el modelo de masa sísmica..... | 60 |
| Figura 40. Coeficiente basal aplicado al modelo para eje x | 62 |
| Figura 41. Coeficiente basal aplicado en el modelado para eje y | 63 |
| Figura 42. Visualización en el modelado de tabla de ratios | 64 |
| Figura 43. Tabla de datos de Rigidez total brindado por el modelado | 65 |
| Figura 44. Tabla de masas por piso del modelado | 67 |
| Figura 45. Aplicación de Cortante basal en el modelado | 69 |
| Figura 46. Verificación de fuerza cortante basal en columnas | 69 |
| Figura 47. Armado de aceros de columna T in situ del bloque B | 70 |
| Figura 48. Creación de espectros de respuesta en el modelo | 70 |
| Figura 49. Configuración de espectro de diseño en eje X para el modelo | 71 |
| Figura 50. Configuración de espectro de diseño en eje Y para el modelo | 71 |
| Figura 51. Creación de casos de sismo dinámico en el modelo | 72 |
| Figura 52. Configuración del sismo dinámico en eje X | 72 |
| Figura 53. Configuración del sismo dinámico en eje Y | 73 |
| Figura 54. Creación de combo de carga para derivas | 73 |
| Figura 55. Configuración del caso de deriva X en el modelo | 74 |
| Figura 56. Configuración del caso de deriva Y en el modelo | 75 |
| Figura 57. Modo de vibración del modelo del bloque B | 75 |
| Figura 58. Periodo de vibración en modo 1 | 76 |
| Figura 59. Periodo de vibración en modo 2 | 76 |
| Figura 60. Periodo de vibración en modo 3 | 77 |
| Figura 61. Diagrama de desplazamiento lateral máximo en eje X | 77 |
| Figura 62. Diagrama de derivas para eje X..... | 79 |
| Figura 63. Diagrama de derivas para eje Y..... | 79 |
| Figura 64. Tabla de derivas totales para eje X del modelado | 80 |
| Figura 65. Tabla de derivas totales para eje Y del modelado | 80 |
| Figura 66. Fuerzas cortantes de sismo estático y dinámico del modelo | 81 |

RESUMEN

En el presente trabajo de investigación elegido y titulado “Evaluación estructural para determinar la respuesta sísmica del bloque B de la institución educativa Parroquial Santa Cruz, distrito coronel Gregorio Albarracín Lanchipa, Tacna, 2025”, tiene como objetivo principal la realización de una evaluación estructural para ver cuál es el comportamiento sísmico del bloque B frente a un evento sísmico. *Metodología:* Se realizó la recolección de datos técnicos in situ, como son el levantamiento arquitectónico del bloque B de la institución educativa, visualización rápida para el llenado de formato FEMA 154, y realización de ensayos no destructivos con el esclerómetro, una vez conseguida toda esta información técnica, se pasó a gabinete para la realización de planos arquitectónicos, plano de ubicación, plano estructural, análisis de los datos recolectados y la realización del modelado estructural para el análisis sísmico, apoyados esta última con el software ETABS. *Resultados:* El ensayo de esclerometría aplicado a los elementos estructurales arrojó un promedio de 200,67 kg/cm² de resistencia a la compresión, aproximándose este valor al requerido mínimo establecido por la E.060. Del modelado estructural aplicando la normativa E.030, obtuvimos las derivas máximas de entrepiso de 0,006633 para el eje X y 0,001252 para el eje Y. Finalmente se determinó el nivel de vulnerabilidad mediante la ficha FEMA 154, el cual arrojó el valor final de 3,30, lo que indica que la edificación tiene un nivel bajo de vulnerabilidad y aceptable. *Conclusión:* El bloque B de la institución educativa evaluado muestra un buen comportamiento sísmico ante eventos sísmicos según el modelado, pero se presentan observaciones respecto a los parámetros estructurales exigidos por la E.030, las propiedades mecánicas de los elementos estructurales presentan una condición aceptable, y el factor de nivel de vulnerabilidad es bajo.

Palabras claves: Evaluación; vulnerabilidad; parámetros; Institución Educativa; comportamiento sísmico.

ABSTRAC

The main objective of this research project, entitled “Structural assessment to determine the seismic response of block B of the Parroquial Santa Cruz educational institution, Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa district, Tacna, 2025,” is to carry out a structural assessment to determine the seismic behavior of block B in the event of an earthquake. Methodology: technical data was collected on site, such as the architectural survey of block B of the educational institution, rapid visualization for filling out the FEMA 154 form, and non-destructive testing with the sclerometer. Once all this technical information was obtained, it was sent to the office for the preparation of architectural plans, location plans, structural plans, analysis of the data collected, and structural modeling for seismic analysis, the latter supported by ETABS software. Results: The sclerometry test applied to the structural elements yielded an average compressive strength of 200,67 kg/cm², which is close to the minimum requirement established by E.060. From the structural modeling applying standard E.030, we obtained maximum floor deflections of 0,006633 for the X-axis and 0,001252 for the Y-axis. Finally, the vulnerability level was determined using FEMA 154, which yielded a final value of 3,30, indicating that the building has a low and acceptable level of vulnerability. Conclusion: Block B of the educational institution evaluated shows good seismic behavior in the event of seismic events according to the modeling, but there are observations regarding the structural parameters required by E.030. The mechanical properties of the structural elements are in acceptable condition, and the vulnerability level factor is low.

Keywords: Evaluation; vulnerability; parameters; Educational Institution; seismic behavior.

INTRODUCCIÓN

El Perú es un país altamente susceptible a eventos sísmicos, debido a su ubicación geográfica, la cual está en el cinturón de fuego del pacífico, por consecuente lo hace una de las zonas más activas sísmicamente, esto debido a que en el cinturón de fuego del pacífico convergen varias placas tectónicas, estas por el fenómeno de subducción, en este caso la placa tectónica de nazca y la placa sudamericana. Este proceso o evento de subducción genera una acumulación inmensa de energía, la cual es liberada en forma de terremotos, aunado a esto los registros históricos del litoral peruano, indican que ha sido una zona recurrentemente afectada por eventos sísmicos a lo largo de los años en la historia de nuestro país.

La región de Tacna, ubicada al extremo sur y siendo parte costa del Perú, es una zona altamente sísmica, al igual que todo el litoral peruano, por la razón que se mencionó con anterioridad del tema de subducción de placas. Aunado a esto la ciudad de Tacna tiene un registro histórico de evento sísmicos, los cuales ocasionaron graves daños y así afectando su desarrollo urbano en su momento, los cuales fueron el terremoto del 13 de agosto de 1868 y el más reciente del 23 de junio del 2001. Cabe recalcar que otros factores que ponen en riesgo sobre el tema de la vulnerabilidad sísmica a las edificaciones de la ciudad, son los temas de la informalidad en la construcción, las cuales, por no tener una adecuada supervisión en obra en su ejecución por el profesional correspondiente o la falta de realización de planos, estas con el paso del tiempo presentan fallas en su infraestructura que la hacen susceptibles a estos eventos sísmicos.

A través de esta investigación, se realizó el análisis estructural para evaluar el comportamiento sísmico del bloque B de la Institución Educativa Parroquial Santa Cruz, con el fin de determinar su grado de vulnerabilidad estructural frente a un evento sísmico. Para ello, se realizó la evaluación estructural que incluyó inspecciones técnicas, ensayos no destructivos y modelamientos estructurales de acuerdo con lo establecido en la normativa sísmica vigente en el Perú, la Norma Técnica E.030 y el reglamento nacional de edificaciones del Perú. Este análisis permitirá identificar las posibles debilidades estructurales, estimar su nivel de vulnerabilidad sísmica y proponer recomendaciones técnicas para mitigar riesgos, garantizando así la seguridad de los ocupantes y la continuidad del servicio educativo ante futuros sismos.

Finalmente, la presente tesis está estructurada de un total de cinco capítulos, en el primer capítulo se expone la descripción del problema, objetivos y las hipótesis. En el segundo capítulo se presentan los antecedentes, bases teóricas y definición de términos. En el tercer capítulo se desarrolla marco metodológico, materiales, instrumentos, población, operación de variables y técnicas de procesamiento. En el cuarto capítulo muestra los resultados obtenidos de los ensayos, actividades realizadas, modelamiento, todos relacionados a los objetivos planteados. En el capítulo cinco, se realiza la discusión de los resultados obtenidos respecto a las hipótesis planteadas del primer capítulo, y se culmina con las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos elaborados para la presente investigación.

CAPITULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Descripción del problema

En el Perú, y particularmente en la región de Tacna, la exposición a una alta peligrosidad sísmica es una característica inherente debido a su ubicación en el litoral sur del país, dentro del Cinturón de Fuego del Pacífico, una de las zonas más sísmicamente activas del mundo. En esta región convergen la placa de Nazca y la placa Sudamericana, cuyo proceso de subducción genera una intensa actividad sísmica. Esta condición geodinámica convierte a Tacna en una de las áreas más vulnerables del territorio nacional, clasificada como Zona Sísmica 4 según la Norma Técnica E.030 – Diseño Sismorresistente, lo que implica un alto nivel de riesgo ante la ocurrencia de sismos de gran magnitud.

Referente a las edificaciones, particularmente referidas al sector de educación, se presenta situaciones críticas en sus infraestructuras por algunas ser muy antiguas o no contar con reforzamientos para futuras ampliaciones de ambientes, así incrementando el riesgo para la comunidad estudiantil, por ello resulta prioridad evaluar y fortalecer las infraestructuras educativas, promoviendo una adecuada y rigurosa supervisión en su construcción formal.

Bajo ese contexto la comunidad educativa de la Institución Educativa Parroquial Santa Cruz, al ser una entidad privada, enfrenta la necesidad de evaluar la capacidad y seguridad de sus edificaciones ante el continuo crecimiento de su población estudiantil, en particular el bloque B, con más de quince años de antigüedad, conformado por dos pisos o niveles, podría ser objeto de una ampliación a un tercer nivel para responder al incremento del aforo académico. Por ello resulta fundamental analizar y evaluar la condición estructural y nivel del riesgo sísmico de la edificación existente, en este caso del bloque B de la institución, a fin de garantizar su integridad y seguridad antes de considerar cualquier intervención o modificación futura a dicha edificación.

Dicha evaluación debe realizarse conforme a las disposiciones del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), en especial la Norma Técnica E.030 – Diseño Sismorresistente, que establece los criterios mínimos de diseño, análisis y refuerzo estructural ante cargas sísmicas, considerando que el departamento de Tacna se encuentra en la Zona Sísmica 4, la de mayor peligrosidad sísmica del país. El cumplimiento de esta normativa es esencial para asegurar la estabilidad estructural, la

integridad de los ocupantes y la planificación responsable de ampliaciones o remodelaciones futuras.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cuál es la respuesta sísmica del Bloque B de la Institución Educativa Parroquial Santa Cruz, ubicado en el distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa, Tacna, 2025, de acuerdo con los criterios establecidos en la Norma Técnica E.030?

1.2.2. Problemas específicos

- a. ¿Cuáles son las derivas laterales máximas del bloque B de la institución educativa Parroquial Santa Cruz, conforme a los criterios establecidos en la norma E.030?
- b. ¿Cuáles son las propiedades mecánicas de los elementos estructurales del bloque B de la institución educativa Parroquial Santa Cruz, determinadas mediante ensayos no destructivos y análisis correspondiente?
- c. ¿Cuál es el nivel de vulnerabilidad sísmica del bloque B de la institución educativa Parroquial Santa Cruz, según su configuración estructural?

1.3. Justificación e importancia

Esta tesis se lleva a cabo por diversas razones, primero referente a la razón social, ya que al contar con una infraestructura educativa anti sísmica, esta genera y busca proteger a la comunidad estudiantil ya que los centros educativos tiene gran aforo de personas, en este caso estudiantes, docentes y personal administrativo, ya que estos pasan gran parte de su tiempo en estas áreas, por lo tanto, requerimos garantizar seguridad, protección y entornos seguros para toda la comunidad educativa, y todo esto es clave mediante una infraestructura resistente a los sismos para así proteger sus vidas y asegurar la continuidad del aprendizaje.

La razón económica, al contar con una infraestructura educativa sismo resistente, no solo salvamos vidas, sino que también genera la reducción de costos por reconstrucción por edificios colapsados luego de un evento sísmico, protección de la inversión pública o privada, y la continuidad del servicio educativo, en resumen, contar

con una infraestructura sismo resistente representa una decisión inteligente, al reducir pérdidas materiales y garantizar un servicio esencial para el país.

La razón científica, al contar con una infraestructura educativa sismo resistente, es el resultado de la aplicación de conocimientos técnicos y verificaciones, por lo tanto, esta investigación generará información útil que contribuirá al fortalecimiento de las metodologías empleadas en el análisis y evaluación estructural en las instituciones educativas de Tacna, donde demandan una buena base técnica para su correcta evaluación.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Evaluar estructuralmente el Bloque B de la Institución Educativa Parroquial Santa Cruz, ubicado en el distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa, Tacna, 2025, para determinar su respuesta sísmica de acuerdo con los criterios establecidos en la Norma Técnica E.030.

1.4.2. Objetivos específicos

- a. Determinar las derivas laterales máximas del bloque B de la institución educativa Parroquial Santa Cruz conforme a los criterios establecidos en la norma E.030.
- b. Determinar y analizar las propiedades mecánicas de los elementos estructurales mediante ensayos no destructivos del bloque B de la institución educativa Parroquial Santa Cruz.
- c. Determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica del bloque B de la institución educativa Parroquial Santa Cruz a partir de su configuración estructural.

1.5. Hipótesis

1.5.1. Hipótesis general

El Bloque B de la Institución Educativa Parroquial Santa Cruz presenta una respuesta sísmica adecuada y cumple con los criterios establecidos en la Norma Técnica E.030, debido a que su configuración estructural y las propiedades mecánicas de sus materiales mantienen las derivas y demandas sísmicas dentro de los límites normativos, garantizando así un buen comportamiento estructural seguro ante sismos.

1.5.2. Hipótesis específica

- a. Las derivas laterales máximas del bloque B se mantienen por debajo del valor límite establecido en la norma E.030, lo que evidencia un desempeño estructural aceptable y una capacidad adecuada para resistir eventos sísmicos.
- b. Las propiedades mecánicas de los elementos estructurales del bloque B, determinados mediante ensayos no destructivos, son adecuados y cumplen con los valores requeridos para la óptima respuesta sísmica.
- c. La configuración estructural del bloque B de la institución educativa Parroquial Santa Cruz evidencia características que garantizan un nivel de vulnerabilidad sísmica bajo, asegurando un comportamiento estructural adecuado ante eventos sísmicos de magnitud moderada.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes a nivel regional

Chino y Meza (2023), en su investigación titulada "Evaluación estructural sísmica de la capilla principal de la Iglesia Nacional Evangélica Los Amigos del Perú (INELA), Tacna – 2023", se aplicaron ensayos no destructivos como la esclerometría para determinar la resistencia del concreto, obteniendo un promedio de 127,4 kg/cm², valor inferior al exigido por la norma E.060. Además, se identificaron fisuras en columnas y losas, así como deterioro general en los elementos estructurales. El análisis con ETABS mostró que, aunque las derivas estaban dentro del límite normativo, la estructura presentó síntomas de agotamiento debido a sus 40 años de antigüedad, indicando una necesidad urgente de intervención para reforzar su comportamiento sísmico.

Mamani y Merma (2023), en el análisis estructural del pabellón de la Parroquia San Pedro Apóstol (Tacna), se ejecutaron pruebas de esclerometría que registraron 222,4 kg/cm² en el Bloque A y 173,46 kg/cm² en el Bloque B. El Bloque B superó el límite de deriva de 0.007 previsto en la norma E.030, indicando un comportamiento sísmico insuficiente y la necesidad de reforzamiento estructural.

Pacompía y Cahuana (2023), en el estudio del pabellón "K" de la I.E. César Cohaila Tamayo, se realizaron seis ensayos de esclerometría y una inspección visual según FEMA 154. Los desplazamientos estructurales calculados con ETABS fueron de 2,469 cm (XX) y 0,545 cm (YY), derivando en tasas de deriva de 0,0038 y 0,0009, ambas dentro del límite normativo. Se clasificó la vulnerabilidad como baja (índice = 2,7), concluyendo que la estructura presenta un desempeño sísmico aceptable y sería factible su ampliación.

2.1.2. Antecedentes a nivel nacional

Mucha (2019), en su estudio titulado "Evaluación estructural sismorresistente de un pabellón de la Institución Educativa Santa Ana – Junín", se aplicó el modelamiento estructural con el software ETABS, siguiendo los lineamientos del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), específicamente la norma técnica E.030 en sus versiones del 2003 y 2018. La investigación permitió comparar el comportamiento estructural bajo

ambos marcos normativos, revelando que el diseño con la versión más actualizada reducía en un 17 % la cantidad de acero necesaria en los elementos estructurales. Sin embargo, los análisis también evidenciaron que la estructura no cumplía con los requisitos de derivas establecidos por la norma vigente, lo que la clasificaba como vulnerable ante eventos sísmicos. El autor recomendó reforzar elementos clave como vigas, columnas y uniones, a fin de garantizar un desempeño adecuado frente a sismos moderados o severos.

Velazco y Rodríguez (2024), los autores desarrollaron un estudio orientado a evaluar la vulnerabilidad sísmica de cinco instituciones educativas públicas ubicadas en el distrito de La Molina, en Lima. La metodología incluyó el uso del programa SAP2000 para realizar un análisis estático no lineal (pushover) y generar curvas de fragilidad que permitieran estimar el nivel de daño ante diferentes escenarios sísmicos. Se detectó que el 80 % de los colegios analizados presentaban alta probabilidad de daño estructural, especialmente en la dirección longitudinal de la edificación. Las causas principales fueron la deficiente disposición de armaduras, irregularidad en planta y altura, y la presencia de columnas cortas. Como medida preventiva, se propuso implementar técnicas de reforzamiento como el encamisado de columnas y la introducción de elementos de disipación sísmica.

Paredes (2018), en su tesis titulada “Evaluación estructural de una institución educativa bajo normativa sismorresistente”, se abordó la problemática de infraestructura escolar antigua en el Perú. A través de inspecciones visuales, levantamiento de planos estructurales y ensayos no destructivos como la esclerometría, el autor identificó que muchas escuelas construidas antes del año 2000 no consideran criterios sismorresistentes adecuados. Las columnas y vigas presentaban deficiencias en el recubrimiento de acero, fisuras longitudinales y concretos de baja resistencia. Se destacó la necesidad de aplicar procedimientos estandarizados de evaluación estructural y se propuso un esquema de intervención progresiva que incluía reforzamiento localizado, reemplazo de elementos críticos y monitoreo estructural periódico.

2.1.3. Antecedentes a nivel internacional

Wyser (2019), esta tesis evaluó la vulnerabilidad sísmica de 11 edificaciones escolares construidas por la Sociedad Constructora de Establecimientos Educativos (SCEE) en las ciudades de Concepción y San Antonio, Chile. Mediante la aplicación del método FEMA P154 y el análisis de planos originales, se identificó que estas estructuras,

diseñadas entre 1937 y 1965, poseen deficiencias típicas como ausencia de confinamiento en muros, columnas esbeltas, y baja rigidez lateral. Se concluyó que, aunque estas construcciones han resistido sismos previos, no cumplen con los requerimientos actuales del diseño sismorresistente. Se recomendó priorizar intervenciones en los sistemas de diafragma y conexiones estructurales, además de implementar evaluaciones periódicas para reducir el riesgo sísmico en centros educativos antiguos.

Pizarro et al. (2021), este artículo presenta un estudio realizado en 10 establecimientos educativos de la provincia de Mendoza, Argentina. Se emplearon dos herramientas: el índice de vulnerabilidad sísmica propuesto por Benedetti y Petrini, y el formato FEMA P154 para evaluaciones rápidas. Se determinó que más del 60 % de los colegios tenían un nivel de vulnerabilidad medio a alto, en especial por deficiencias en anclajes de techos, muros no confinados, y estructuras de mampostería simple. El estudio resaltó la eficacia del uso combinado de ambas metodologías para emitir diagnósticos rápidos y promover intervenciones técnicas en base a prioridades de riesgo.

Guzmán (2022), esta investigación desarrolló un modelo integral para la evaluación y rehabilitación de edificaciones escolares existentes en la Región Metropolitana de Chile, particularmente en los liceos José de San Martín y Manuel de Salas. Se aplicaron inspecciones visuales, ensayos no destructivos (esclerometría, ferros copia), y modelamiento estructural computacional. El autor propuso una metodología estructurada de diagnóstico y reforzamiento basada en la normativa chilena NCh433 y criterios del ATC-40 y FEMA 356. Se recomendó la aplicación de encamisado con FRP y refuerzos con elementos metálicos, según el nivel de riesgo. La tesis se destaca por integrar teoría, práctica y aplicación normativa en edificaciones educativas reales.

2.2. Bases teóricas

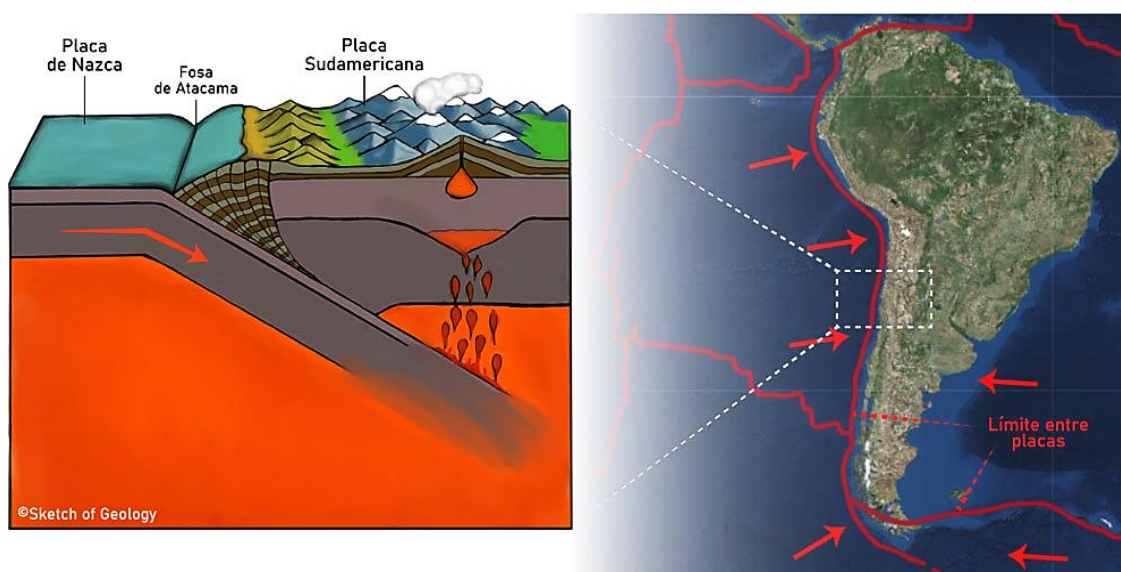
2.2.1. Sismicidad en Perú

El territorio peruano se encuentra expuesto a intensa actividad sísmica debido a la subducción de la placa de Nazca bajo la Sudamericana, un fenómeno geodinámico que avanza a una tasa estimada entre 6 y 8 cm anuales. Este mecanismo tectónico provoca que se acumulen esfuerzos en el frente de la placa y en zonas profundas, los cuales pueden liberarse en forma de fuertes terremotos, algunos con el potencial de originar daños estructurales severos en áreas urbanas. (Instituto Geofísico del Perú, s. f.)

En la figura 1, se muestra el proceso de subducción entre la placa de Nazca y la placa Sudamericana, fenómeno geodinámico responsable de la alta actividad sísmica en el territorio peruano. Este proceso consiste en el desplazamiento de la placa oceánica por debajo de la placa continental, generando acumulación y liberación de energía en forma de sismos.

Figura 1

Proceso de subducción de la placa de Nazca y Sudamericana



Nota. Tomado de *Proceso de subducción entre las placas de Nazca y Sudamericana*, por Geoturismo Lickanantay, 2021, Ladera Sur.

2.2.2. Sismicidad en Tacna

La zona sur del Perú, y en particular Tacna, se sitúa en un entorno tectónico de alta actividad debido a la convergencia de la Placa de Nazca bajo la Placa Sudamericana, lo que genera una frecuente liberación de energía sísmica. Estudios señalan que, en el distrito de Ciudad Nueva (Tacna), se han registrado sismos históricos de hasta magnitud 8,5 Richter en una zona con suelos de escasa capacidad portante, lo cual sitúa el peligro sísmico en un nivel alto. (Chura, 2019)

Los análisis instrumentales de la red de monitoreo sísmico de Tacna indican que en el año 1997 se registraron aproximadamente 990 eventos sísmicos, de los cuales 44 fueron sentidos por la población, con epicentros principalmente a más de 100 km de distancia. Este registro evidencia la recurrencia y dispersión de la actividad sísmica en la región. (Jaén y Barriga, 2019)

De acuerdo con un estudio de zonificación sísmica-geotécnica recientemente publicado para la ciudad de Tacna, se determinó que la caracterización dinámica de los suelos urbanos revela niveles críticos de aceleración espectral y periodos de vibración que deben ser considerados en el diseño o verificación de estructuras, pues representan una amenaza latente para edificaciones existentes. (Bernal y Gómez, 2018)

2.2.3. Norma E.020- Cargas

La Norma Técnica E.020 define las cargas mínimas que deben considerarse en el diseño estructural de edificaciones, tales como cargas muertas, vivas, de viento, nieve y sísmicas. Estas especificaciones aseguran que las estructuras soporten de manera adecuada las solicitaciones a las que estarán sometidas durante su vida útil. (Norma E.020 [SENCICO], 2020).

a. Carga muerta

Está compuesta por el peso propio de todos los materiales estructurales y elementos fijos que integran la edificación, como muros, tabiques, instalaciones, ductos, equipos de climatización, ascensores y demás dispositivos permanentes. Estos pesos deben determinarse según los valores unitarios del anexo normativo (Norma E.020 [SENCICO], 2020).

b. Carga viva

Debe determinarse según los valores indicados en la Tabla 1, los cuales varían según el tipo de uso u ocupación de la edificación e incluyen un margen para impactos ordinarios. En caso de que un espacio no se ajuste a los usos listados, el proyectista deberá definir y sustentar el valor correspondiente ante la autoridad competente. Además, las cargas vivas adoptadas deben estar claramente señaladas en los planos del proyecto (Norma E.020 [SENCICO], 2020).

En la tabla 1, se presentan las cargas vivas correspondientes al uso educativo, específicamente para aulas. Estos valores son necesarios para el análisis estructural, ya que influyen en la evaluación del comportamiento de la edificación ante solicitaciones sísmicas.

Tabla 1*Cargas Vivas Repartidas en uso Educación*

| Ocupación o uso | Cargas repartidas (kg/m ²) |
|-----------------------------|--|
| Centros de educación | |
| Aulas | 250 |
| Talleres | 300 |
| Auditorios, gimnasios, etc. | De acuerdo a los lugares de asamblea |
| Laboratorios | 300 |
| Corredores y escaleras | 400 |

Nota. Adaptado de Norma Técnica E.020: Cargas (MVCS, 2020).

c. Pesos unitarios

La Norma E.020 establece los valores de peso unitario de los materiales que deben considerarse para calcular las cargas muertas en el diseño estructural, como el concreto, ladrillo, acero y acabados. Estos valores permiten estimar con precisión las cargas permanentes que actúan sobre la estructura. (Norma E.020 [SENCICO], 2020).

En la tabla 2, se presentan los pesos referenciales de las unidades de albañilería empleadas en edificaciones. Estos valores son necesarios para la estimación de cargas permanentes dentro del análisis estructural.

Tabla 2*Peso de Unidades de Albañilería*

| Materiales | Peso (kg/m ³) |
|-----------------------------------|---------------------------|
| Albañilería de: | |
| Unidades de arcilla solidas | 1800 |
| Unidades de arcilla cocida huecas | 1350 |

Nota. Adaptado de la Norma Técnica E.020: Cargas (MVCS, 2020).

En la tabla 3, se muestran los pesos correspondientes a los materiales utilizados en enlucidos o revoques. Esta información permite considerar adecuadamente las cargas muertas en la evaluación estructural.

Tabla 3*Peso de Enlucidos o Revoques*

| Materiales | Peso (kg/m³) |
|--------------------------|--------------------------------|
| Enlucido o Revoque de: | |
| Mortero de cemento | 2000 |
| Mortero de cal y cemento | 1850 |

Nota. Adaptado de la Norma Técnica E.020: Cargas (MVCS, 2020).

d. Espesor de losas aligeradas

Según la Norma E.020, el espesor de las losas aligeradas depende del tipo de vigueta y del material de los elementos de aligeramiento, recomendando espesores mínimos que garanticen la resistencia y rigidez necesaria frente a las cargas actuantes. (Norma E.020 [SENCICO], 2020).

En la tabla 4, se presentan los espesores típicos de losas aligeradas junto con sus pesos propios. Esta información es necesaria para el modelamiento estructural.

Tabla 4*Espesores de losas aligeradas y pesos propios*

| Espesor de aligerado (m) | Espesor de losa superior (m) | Peso Propio (kg/m²) |
|---------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|
| 0,17 | 0,05 | 280 |
| 0,20 | 0,05 | 300 |
| 0,25 | 0,05 | 350 |
| 0,30 | 0,05 | 420 |

Nota. Adaptado de Norma Técnica E.020: Cargas (MVCS, 2020).

2.2.4. Norma E.030 – Diseño Sismorresistente

La Norma Técnica E.030 establece los criterios y procedimientos que deben aplicarse para el análisis y diseño de edificaciones seguras frente a la acción de los sismos, considerando la zonificación sísmica del territorio peruano, el tipo de suelo y la importancia de la estructura. Su objetivo principal es minimizar el riesgo de colapso y proteger la vida de los ocupantes. (Norma E.030 [SENCICO], 2020).

a. Zonificación

En la figura 2, se presentan las zonas sísmicas del Perú establecidas por la normativa vigente, donde se clasifican las distintas regiones del país de acuerdo con su nivel de peligrosidad sísmica. Se observa que la franja costera se encuentra dentro de la zona de mayor aceleración esperada, debido a su proximidad al proceso de subducción entre la placa de Nazca y la placa Sudamericana.

Figura 2
Zonificación



FIGURA N° 1. ZONAS SÍSMICAS

Nota. Adaptado de la Norma Técnica E.030: Diseño Sismorresistente (MVCS, 2020).

Señala que cada zona del territorio nacional cuenta con un factor sísmico Z, el cual representa la aceleración máxima horizontal. (Norma E.030 [SENCICO], 2020). En la tabla 5, se indican los factores de zona según la ubicación geográfica, estos parámetros permiten definir la demanda sísmica del proyecto.

Tabla 5
Factores de zona "Z"

| Factores de zona "Z" | |
|----------------------|------|
| Zona | Z |
| 4 | 0,45 |
| 3 | 0,35 |
| 2 | 0,25 |
| 1 | 0,10 |

Nota. Adaptado de la Norma Técnica E.030: Diseño Sismorresistente (MVCS, 2020).

b. Tipo de perfiles de suelo

El Perfil S0 corresponde a roca dura, con una velocidad de onda de corte superior a 1500 m/s, continua hasta al menos 30 m de profundidad. El Perfil S1 agrupa rocas fracturadas y suelos muy rígidos, con velocidades entre 500 m/s y 1500 m/s, incluyendo arenas muy densas o arcillas compactas. El Perfil S2 representa suelos intermedios o medianamente rígidos, con velocidades de 180 m/s a 500 m/s, como arenas densas o arcillas compactas de resistencia media. Por último, el Perfil S3 abarca suelos blandos o muy flexibles, con velocidades menores a 180 m/s, generalmente compuestos por arenas finas o arcillas blandas con baja resistencia al corte. Además, la norma considera un Perfil S4, reservado para condiciones geológicas excepcionales que requieren un estudio geotécnico especializado (Norma E.030 [SENCICO], 2020).

c. Parámetros de sitio

Se debe seleccionar el perfil de suelo que represente con mayor precisión las condiciones geotécnicas del lugar, aplicando los valores del factor de amplificación sísmica (S) y los períodos característicos TP y TL establecidos en las tablas de la norma correspondiente (Norma E.030 [SENCICO], 2020).

En la tabla 6, se muestran los factores asociados al tipo de suelo. Estos valores modifican la respuesta sísmica esperada de la edificación.

Tabla 6

Factores de Suelo según norma E.030

| Factores de suelo "S" | | | | |
|-----------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Zona / Suelo | S ₀ | S ₁ | S ₂ | S ₃ |
| Z4 | 0,80 | 1,00 | 1,05 | 1,10 |
| Z3 | 0,80 | 1,00 | 1,15 | 1,20 |
| Z2 | 0,80 | 1,00 | 1,20 | 1,40 |
| Z1 | 0,80 | 1,00 | 1,60 | 2,00 |

Nota. Adaptado de la Norma Técnica E.030: Diseño Sismorresistente (MVCS, 2020).

En la tabla 7, se presentan los periodos característicos establecidos por la normativa. Estos parámetros intervienen en la definición del espectro de diseño.

Tabla 7*Periodos T_P y T_L según normativa*

| Periodos " T_P " y " T_L " | | | | |
|--------------------------------|-----|-----|-----|-----|
| Perfil del suelo | | | | |
| | S0 | S1 | S2 | S3 |
| T_P (s) | 0,3 | 0,4 | 0,6 | 1,0 |
| T_L (s) | 3,0 | 2,5 | 2,0 | 1,6 |

Nota. Adaptado de la Norma Técnica E.030: Diseño Sismorresistente (MVCS, 2020).

d. Factor de amplificación sísmica

El factor de amplificación sísmica (C) representa la relación entre la aceleración estructural y la aceleración del suelo, y su valor depende del período fundamental de la edificación y de las condiciones del sitio (Norma E.030 [SENCICO], 2020).

En la tabla 8, se detallan los factores de amplificación considerados en el análisis sísmico. Estos influyen en la determinación de las fuerzas actuantes.

Tabla 8*Factor de amplificación según E.030*

| Factor de Amplificación sísmica | |
|---------------------------------|--|
| $T < T_P$ | $C = 2,5$ |
| $T_P < T < T_L$ | $C = 2,5 * \left(\frac{T_P}{T}\right)$ |
| $T > T_L$ | $C = 2,5 * \left(\frac{T_P * T_L}{T^2}\right)$ |

Nota. Adaptado de la Norma Técnica E.030: Diseño Sismorresistente (MVCS, 2020).

e. Categoría de edificación y Factor de uso

Las edificaciones esenciales (Categoría A) comprenden aquellas que deben mantenerse operativas después de un sismo, como hospitales, estaciones de bomberos o centros de emergencia, también aquellas que puedan servir como refugio después de un desastre como las Instituciones educativas, institutos superiores tecnológicos y universidades. Las edificaciones importantes (Categoría B) incluyen instalaciones que albergan gran cantidad de personas o cuya falla podría afectar significativamente a la comunidad, como cines, teatros, estadios, coliseos y centros comerciales. Las edificaciones comunes (Categoría C) corresponden a viviendas y construcciones de uso

general que no presentan funciones críticas. Finalmente, las edificaciones temporales (Categoría D) son aquellas de uso provisional o con vida útil corta. (Norma E.030 [SENCICO], 2020).

En la tabla 9, se clasifican las edificaciones según su categoría de uso. Esta clasificación determina el nivel de importancia estructural.

Tabla 9

Categoría de edificaciones y factor "U" según normatividad

| Categoría de edificaciones y factor "U" | | |
|--|--|----------|
| Categoría | Descripción | Factor U |
| A | Instituciones educativas, institutos superiores tecnológicos y universidades | 1,5 |
| Edificaciones esenciales | | |

Nota. Adaptado de la Norma Técnica E.030: Diseño Sismorresistente (MVCS, 2020).

f. Categoría y sistemas estructural de edificaciones

Los colegios comprenden la categoría A2 dependiendo de la zona a que pertenezcan puede su sistema estructural ser de acero, concreto (Dual, Muros de concreto Armado) y albañilería armada o confinada (Norma E.030 [SENCICO], 2020).

En la tabla 10, se presentan las características del sistema estructural para edificaciones de determinada categoría. Esta información orienta la selección del modelo estructural.

Tabla 10

Categoría y sistema estructural de edificaciones categoría A

| Categoría y sistema estructural de las edificaciones | | |
|---|----------|--|
| Categoría de la edificación | Zona | Sistema estructural |
| A1 | 4 y 3 | Aislamiento sísmico con cualquier sistema estructural |
| | 2 y 1 | Estructuras de acero tipo SCBF y EBF. Estructuras de concreto: Sistema Dual, Muros de Concreto Armado. Albañilería Armada o Confinada. |
| A2 | 4, 3 y 2 | Estructuras de acero tipo SCBF y EBF. Estructuras de concreto: Sistema Dual, Muros de Concreto Armado. Albañilería Armada o Confinada. |
| | 1 | Cualquier sistema |

Nota. Tomado de la Norma Técnica E.030: Diseño Sismorresistente (MVCS, 2020).

g. Sistemas estructurales y coeficiente básico de reducción de fuerzas sísmicas

Los sistemas estructurales se definen según el material empleado y el tipo de sistema sismorresistente en cada dirección de análisis. (Norma E.030 [SENCICO], 2020).

En la tabla 11, se describen los distintos sistemas estructurales aplicables a edificaciones. Su identificación es clave para el análisis sísmico.

Tabla 11
Sistemas estructurales

| Sistemas estructurales | |
|--|---|
| Acero: | Coeficiente básico de reducción R_o (*) |
| Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF) | 8 |
| Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF) | 5 |
| Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF) | 4 |
| Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados (SCBF) | 7 |
| Pórticos Ordinarios Concéntricamente Arriostrados (OCBF) | 4 |
| Pórticos Excéntricamente Arriostrados (EBF) | 8 |
| Concreto armado: | |
| Pórticos | 8 |
| Dual | 7 |
| Muros estructurales | 6 |
| Muros de ductilidad limitada | 4 |
| Albañilería armada o confinada | 3 |
| Madera | 7 (**) |

Nota. Adaptado de la Norma Técnica E.030: Diseño Sismorresistente (MVCS,2020).

h. Irregularidades estructurales en altura

En la tabla 12, se detallan las irregularidades en altura consideradas por la normativa. Estas influyen en la evaluación del comportamiento sísmico.

Tabla 12
Irregularidades estructurales en altura según E.030

| Irregularidades estructurales en altura | Factor de irregularidad I_a |
|--|---|
| Irregularidad de rigidez- Piso blando | 0,75 |
| Irregularidad de resistencia - Piso débil | |
| Irregularidad extrema de rigidez | 0,50 |
| Irregularidad extrema de resistencia | |
| Irregularidad de masa o peso | 0,90 |
| Irregularidad de geometría vertical | 0,90 |
| Discontinuidad de sistemas resistentes | 0,80 |
| Discontinuidad extrema en sistemas resistentes | 0,60 |

Nota. Adaptado de la Norma Técnica E.030: Diseño Sismorresistente (MVCS, 2020).

i. Irregularidades estructurales en planta

En la tabla 13, se muestran las irregularidades en planta, brindada por la normativa, que pueden afectar la respuesta estructural.

Tabla 13

Irregularidades estructurales en planta según E.030

| Irregularidades estructurales en planta | Factor de irregularidad I_p |
|--|---|
| Irregularidad torsional | 0,75 |
| Irregularidad torsional extrema | 0,60 |
| Esquinas entrantes | 0,90 |
| Discontinuidad de diafragma | 0,85 |
| Sistemas no paralelos | 0,90 |

Nota. Adaptado de la Norma Técnica E.030: Diseño Sismorresistente (MVCS, 2020).

j. Categoría y regularidad de las edificaciones

En la tabla 14, se establece la relación entre categoría y regularidad estructural. Esta clasificación condiciona el tipo de análisis requerido.

Tabla 14

Categoría y regularidad de edificaciones

| Categoría y regularidad de las edificaciones | | |
|---|-------------|--|
| Categoría de la edificación | Zona | Restricciones |
| A1 y A2 | 4, 3 y 2 | No se permite irregularidades |
| | 1 | No se permite irregularidades extremas |
| B | 4, 3 y 2 | No se permite irregularidades extremas |
| | 1 | Sin restricciones |
| | 4 y 3 | No se permite irregularidades extremas |
| C | 2 | No se permite irregularidades extremas excepto en edificios de hasta 2 pisos u 8 m de altura |
| | 1 | Sin restricciones |

Nota. Adaptado de la Norma Técnica E.030: Diseño Sismorresistente (MVCS, 2020).

k. Estimación de peso

El peso total (P) de una edificación se obtiene sumando las cargas permanentes más una fracción de la carga viva, la cual varía según el tipo de estructura: se considera el 50 % para edificaciones esenciales e importantes (categorías A y B), el 25 % para edificaciones comunes (categoría C) y azoteas, el 80 % del peso almacenado en depósitos y el 100 % del contenido en tanques o estructuras similares (Norma E.030 [SENCICO], 2020).

l. Fuerza cortante en la base

El cortante basal es la fuerza total de corte en la base de una edificación generada por la acción sísmica, la cual representa la suma de todas las fuerzas sísmicas horizontales actuantes sobre la estructura, esto se representa en la ecuación 1. (Norma E.030 [SENCICO], 2020).

$$S_a = \frac{Z.U.C.S}{R} \cdot g \quad (1)$$

m. Límites de distorsión del entrepiso

Representan la máxima relación permisible entre el desplazamiento lateral relativo de dos niveles consecutivos y la altura del entrepiso. Este parámetro permite controlar el daño estructural y no estructural durante un evento sísmico, asegurando la funcionalidad y estabilidad de la edificación. (Norma E.030 [SENCICO], 2020).

En la tabla 15 se presentan los límites permitidos para la distorsión entre niveles. Estos criterios permiten verificar el desempeño estructural en base a su sistema estructural definido y material predominante por eje de análisis.

Tabla 15

Límites para la distorsión de entrepiso

| Límites para distorsiones del entrepiso | |
|---|---------------------|
| Material predominante | (Δ_i/h_{ei}) |
| Concreto armado | 0,007 |
| Acero | 0,010 |
| Albañilería | 0,005 |
| Madera | 0,010 |
| Edificios de concreto armado con muros de ductilidad limitada | 0,005 |

Nota. Adaptado de la Norma Técnica E.030: Diseño Sismorresistente (MVCS, 2020).

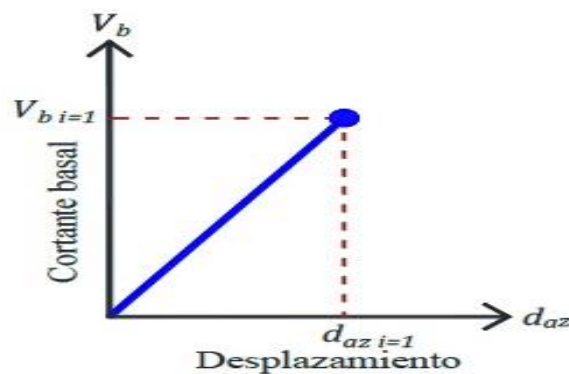
2.2.5. Fundamentos del comportamiento sísmico en estructuras

El comportamiento de una edificación frente a un evento sísmico depende principalmente de factores como su masa, rigidez, sistema estructural y capacidad de disipación de energía. La energía sísmica que ingresa a una estructura puede generar desplazamientos, deformaciones y daños si no es adecuadamente controlada. Por esta razón, los diseños sismorresistentes deben orientarse a lograr una configuración estructural adecuada y una ductilidad suficiente, que permitan a la estructura absorber y disipar la energía sísmica sin colapsar (Chopra, 2017).

En la figura 3, se observa la rama elástica de la curva de capacidad estructural. Esta representa el comportamiento inicial antes de la fluencia.

Figura 3

Rama elástica de la curva de capacidad



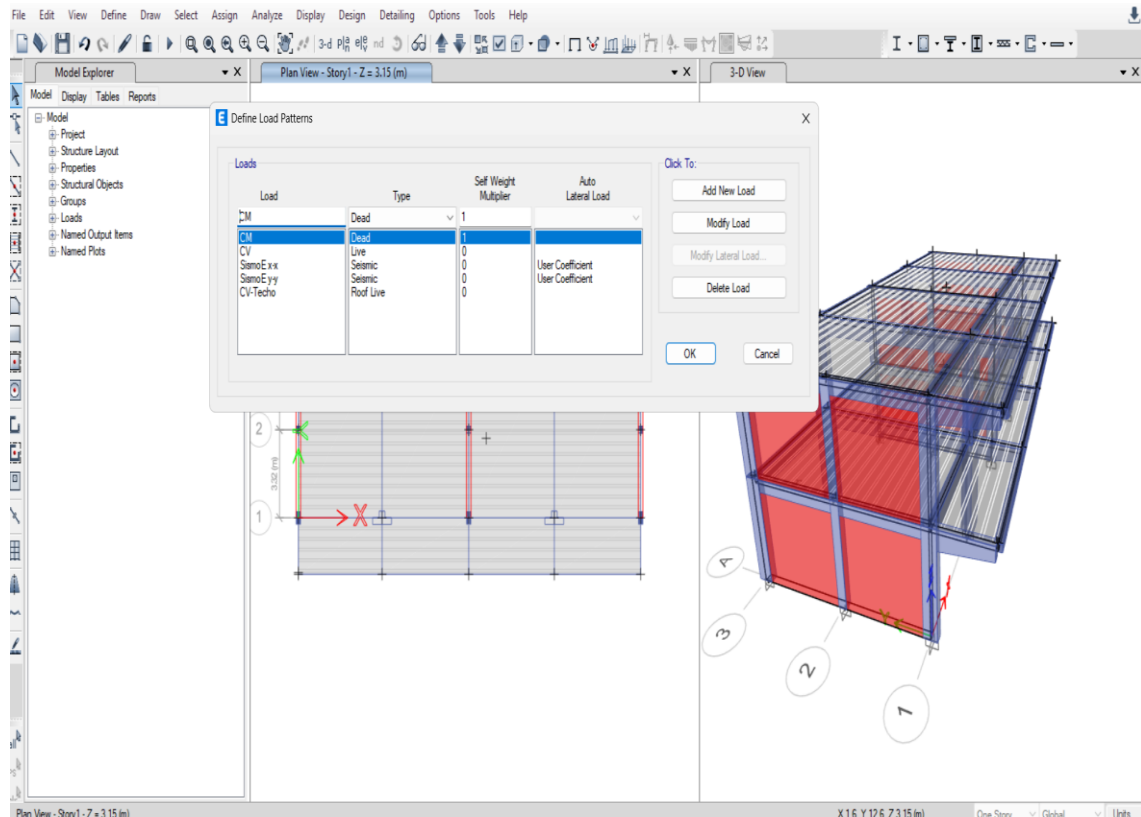
Nota. Tomado de Rama Elástica de la Curva de Capacidad, por Francisco H., 2023, Scielo

2.2.6. Modelamiento estructural en ETABS

ETABS es una herramienta computacional utilizada para el análisis y diseño de edificaciones. Permite modelar estructuras tridimensionales, asignar propiedades de materiales y secciones, establecer condiciones de carga y realizar análisis estáticos y dinámicos. Su uso es fundamental en las evaluaciones estructurales modernas (Computers and Structures Inc., 2023).

En la figura 4, se muestra el modelamiento estructural desarrollado en el software ETABS, el cual nos permite simular el comportamiento sísmico del bloque B.

Figura 4
Modelamiento Estructural en ETABS



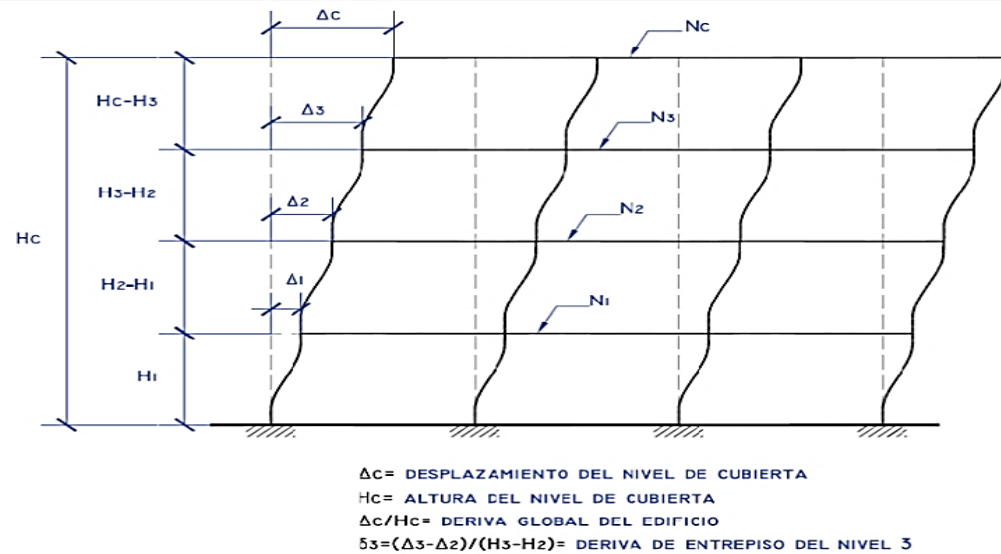
Nota. El grafico representa el Modelamiento Estructural en ETABS.

2.2.7. Deriva estructural

La deriva estructural se define como el desplazamiento lateral relativo entre dos niveles consecutivos de una edificación, dividido entre la altura del entrepiso. Este parámetro permite evaluar la flexibilidad lateral y el potencial de daño que puede sufrir una estructura durante un evento sísmico. La Norma Técnica E.030 establece límites de deriva para distintos sistemas estructurales: concreto armado (0,007), acero (0,010) y albañilería (0,005), con el fin de garantizar la integridad y seguridad de las edificaciones (Norma E.030 [SENCICO], 2020).

En la figura 5, se ilustra la obtención de derivas a partir de los desplazamientos laterales. Este parámetro es fundamental en la verificación normativa.

Figura 5
Derivas a partir de desplazamientos laterales de un edificio



Nota. Tomado de Derivaciones de entrepiso a partir de los desplazamientos laterales de un edificio, por Juan Vielma, 2008, ResearchGate

2.2.8. Ensayos no destructivos

Los END son procedimientos que permiten analizar el estado de los elementos estructurales sin causar daño. Entre los más utilizados están el esclerómetro, el ultrasonido y la ferroscofia. Estos ensayos son especialmente útiles en edificaciones existentes, donde no es viable extraer testigos (Norma E.030 [SENCICO], 2020).

En la figura 6, se presenta el equipo utilizado para la evaluación superficial del concreto. Este instrumento permite estimar su resistencia de manera indirecta.

Figura 6
Esclerómetro empleado



Nota. El gráfico representa al Esclerómetro modelo Análogo marca Forney.

2.2.9. Vulnerabilidad estructural

La vulnerabilidad estructural representa la susceptibilidad de una edificación a sufrir daños severos ante un evento sísmico. Esta depende de factores como la calidad de materiales, antigüedad de la construcción, sistema estructural, mantenimiento y cumplimiento normativo. La evaluación de vulnerabilidad permite priorizar intervenciones de refuerzo (Yamin, 2014).

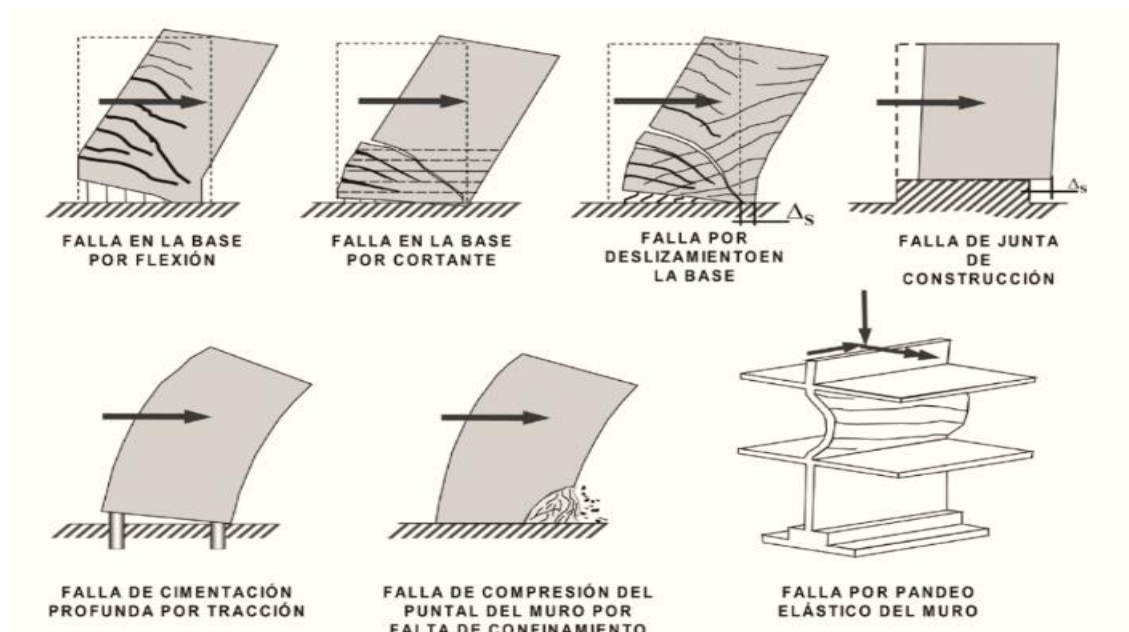
2.2.10. Modos de falla

El modo de falla describe la manera en que un elemento estructural pierde su capacidad resistente. En estructuras de concreto armado, puede presentarse por flexión, corte, pandeo o combinaciones. Identificar correctamente estos modos permite diseñar refuerzos eficientes (Nilson et al., 2010).

En la figura 7, se muestran los distintos tipos de falla que pueden presentarse en muros estructurales. Estas fallas influyen en el desempeño sísmico.

Figura 7

Tipos de falla en muro de corte



Nota. Tomado de Tipos de falla en muro de corte, por Juan Chero, 2010, UDocz

2.2.11. Ficha de inspección visual FEMA 154

Es un instrumento estandarizado diseñado para la evaluación preliminar de edificaciones existentes, mediante la recopilación de información visible del sistema estructural, condiciones del suelo, ocupación y otros factores, con el propósito de identificar rápidamente aquellas estructuras que podrían requerir una evaluación sísmica más detallada. (Federal Emergency Management Agency [FEMA], 2015)

2.3. Definición de términos

2.3.1. Evaluación estructural

La evaluación estructural es un proceso técnico que permite conocer el estado físico y funcional de una edificación existente (Portela, 2007).

2.3.2. Respuesta sísmica

La respuesta sísmica se refiere al comportamiento dinámico de una estructura frente a las acciones del movimiento del suelo (Chopra, 2017).

2.3.3. ETABS

ETABS es un software especializado ampliamente utilizado en el diseño de edificaciones en zonas sísmicas (Computers and Structures, Inc., 2023).

2.3.4. Pórtico estructural

Los pórticos son sistemas estructurales compuestos por vigas y columnas que trabajan en conjunto para resistir cargas verticales y laterales (Nilson et al., 2010).

2.3.5. Carga sísmica

La carga sísmica es una fuerza inercial derivada del movimiento del suelo y la masa de la edificación (Rodríguez y Ayala, 2002).

2.3.6. Esclerómetro

El ensayo de esclerometría es un ensayo no destructivo que permite estimar la resistencia del concreto a través del rebote de un martillo sobre su superficie, siendo utilizada en el Perú para evaluar la calidad y uniformidad de estructuras existentes (Norma E.030 [SENCICO], 2020).

2.3.7. Sismos

Un sismo es la liberación repentina de energía acumulada en el subsuelo, generando vibraciones en la superficie terrestre (Rodríguez y Ayala, 2002).

2.3.8. Modelo estructural

El modelo estructural es una representación virtual de la edificación, que integra geometría, secciones, materiales y cargas, y permite simular su comportamiento frente a diversas sollicitaciones mediante software como ETABS o SAP2000 (Portela, 2007).

2.3.9. Separación entre Edificios

La separación entre edificaciones tiene como finalidad evitar impactos o colisiones entre estructuras adyacentes durante un evento sísmico. Por ello, la Norma E.030 establece que se debe determinar una distancia mínima entre construcciones o respecto al límite de propiedad, conforme a las disposiciones técnicas establecidas en dicho reglamento. (Norma E.030 [SENCICO], 2020).

2.3.10. Periodo fundamental de vibración

El periodo fundamental es el tiempo que tarda una estructura en completar un ciclo completo de vibración en su modo principal. Este parámetro está directamente relacionado con la rigidez y la masa total de la edificación, y se utiliza para estimar la demanda sísmica según el espectro de diseño (Chopra, 2017)

2.3.11. Albañilería confinada

Sistema constructivo en el que muros de ladrillo o bloques se encuentran rodeados o “confinados” por elementos de concreto armado como columnas de amarre y vigas

soleras, generando un conjunto estructural más resistente a cargas y sismos. (Cementos Inka, 2018)

2.3.12. Estructurales de concreto armado

Edificaciones u obras estructurales que utilizan concreto reforzado internamente con acero corrugado para combinar la resistencia a la compresión del concreto con la resistencia a la tracción del acero, de modo que los elementos como columnas, vigas y losas puedan soportar cargas diversas de forma segura. (Cype Perú, 2019)

2.3.13. Análisis estático

Método de cálculo estructural que evalúa la respuesta de una edificación ante cargas aplicadas de forma constante o lentamente variables en el tiempo, sin considerar los efectos dinámicos del viento o sismos. (Cype Perú, 2023)

2.3.14. Análisis dinámico

Técnica de evaluación estructural que considera las cargas que varían con el tiempo (por ejemplo, aceleraciones sísmicas, vibraciones) y mediante modelos de vibración, modal o historia de tiempo calcula desplazamientos, fuerzas y periodos de oscilación de la estructura. (Basualdo, 2019)

CAPITULO III: MARCO METODOLÓGICO

3.1. Diseño de la investigación

El diseño de la investigación es de tipo de no experimental, porque no vamos, ni pretendemos manipular ninguna de nuestras variables de forma intencional, se podría decir que se tomarán los datos en un contexto natural tal cual estén in situ, para analizarlos posteriormente y ver los resultados respectivos. El tipo de investigación es tipo de investigación básica.

3.2. Acciones y actividades

Con el fin de entender y detallar el estado de la infraestructura del bloque B de la institución educativa Parroquial Santa Cruz, como primer paso solicito el permiso por parte de las autoridades de la institución Educativa Parroquial Santa Cruz, en este caso primero con el promotor representado por el Pbro. Padre Daniel Odoma Igono, y la directora representada por la Prof. Martha Herrera Ale, los cuales luego de explicarles en que consistiría el tema de tesis, nos dieron la aprobación para realizarla en la institución, aunado a esto también nos indicaron presentar las solicitudes correspondientes para formalizar la autorización, finalmente nos designó un colaborador encargado para el tema de nuestro ingreso a la institución, sea el caso cuando necesitemos sacar datos in situ de los ambientes y realizar ensayos correspondientes al bloque elegido de la institución educativa.

Luego de la culminar el tema de autorización, se fue programando inspecciones presenciales in situ a la institución educativa, con el fin de llevar a cabo una serie y acciones a realizar para la presenta investigación, se establecieron las siguientes actividades:

- Realización de la visita e inspección a campo a la institución educativa para determinar el bloque educativo donde se aplicará la evaluación estructural sísmica, en este caso se eligió el bloque B.
- Determinar la idea y el problema de la investigación para la elaboración de la matriz de consistencia.
- Recolección de información sobre datos referente al tema de características estructurales y algunas características arquitectónicas del bloque B de la institución educativa.

- Realización de ensayos no destructivos in situ en el bloque B.
- Elaboración en gabinete de planos arquitectónicos y estructural del bloque B evaluado.
- Elaboración en gabinete del modelamiento estructural con software ETABS con los datos recolectados.
- Procesamiento, comparación y análisis de los resultados y discusiones.
- Comprobación de la hipótesis propuesta del presente estudio.

3.3. Materiales e instrumentos

Para el desarrollo de esta investigación, se empleó tantos instrumentos manuales como también digitales y softwares, que permitieron recopilar, procesar y analizar la información técnica necesaria para la presente investigación. A continuación, se presentan los instrumentos utilizados, organizados según su naturaleza en tres grupos principales:

3.3.1. Instrumentos manuales

- *Cinta métrica o flexómetro*: Instrumento de medición lineal utilizado para obtener dimensiones precisas in situ, en este caso de elementos estructurales y espacios físicos dentro el área de investigación o estudio del colegio.
- *Cuaderno de apuntes*: Material de uso manual para la toma de apuntes, compuesta por con hojas cuadriculadas o rayadas, fundamental para actividades de trabajo en campo.
- *Tabla de madera con pinza portapapeles A4*: Es una superficie rígida, la cual nos ayuda a apoyar y sostener hojas A4 para así facilitar la escritura y toma de apuntes in situ.
- *Lapiceros o bolígrafos*: Instrumentos para la escritura de forma manual, que poseen tinta líquida, ayuda para la toma de anotaciones en cuadernos o hojas A4.

3.3.2. Instrumentos digitales o electrónicos

- *Medidor laser*: Instrumento digital que nos permite obtener distancias de forma rápida mediante la emisión de laser, el cual calcula el recorrido del aparato hasta el punto laser, y se muestra el resultado en la pantalla electrónica.

- *Esclerómetro*: Dispositivo utilizada para evaluar la dureza superficial del concreto, que permitirá estimar la resistencia in situ sin necesidad de la extracción de muestras, como lo hace el ensayo de diamantina.
- *LAPTOP Core I5 11 generación*: Equipo de cómputo portátil diseñado para la realización de tareas digitales.

3.3.3. Softwares especializados

- *AutoCAD v21*: Software de diseño asistido por computadora. utilizado para la elaboración de planos arquitectónico y estructurales en 2D y 3D, para el desarrollo de proyectos de ingeniería y arquitectura.
- *ETABS v21.1.0*: Software de ingeniería especializado en el comportamiento, análisis y diseño estructural de edificaciones, sometidas a cargas por gravedad y condiciones sísmicas.
- *Google Earth Pro*: Software que nos ayuda para la visualización, análisis y obtención de información geográfica.
- Cámara digital: Dispositivo capaz de capturar imágenes mediante sensores que transforman la luz en datos digitales.

3.4. Población y muestra de estudio

La investigación se llevó en el área de estudio determinada, la cual buscará analizar y evaluar la situación actual del bloque B de la institución educativa Parroquial Santa Cruz, ubicado en la avenida la Cultura S/N en el distrito de coronel Gregorio Albarracín Lanchipa, Provincia de Tacna, siguiendo la normativa vigente del reglamento nacional de edificaciones (RNE), para así realizar la evaluación correspondiente.

La población en la que se lleva a cabo la investigación, son las infraestructuras de la institución educativa Parroquial Santa Cruz, las cuales desde su inauguración allá por el año 2005 según Resolución Directoral N.º 01777, que figura en su reseña historia del portal de su página, tiene aproximadamente casi más de 20 años de funcionamiento y antigüedad.

La muestra del estudio que será evaluada vendría a ser el bloque B de la institución educativa Parroquial Santa Cruz, que tiene un aproximado de 15 años de antigüedad, la cual se eligió por criterios específicos que facilitan el análisis de esta presenta investigación.

3.5. Operación de variables

El esquema de la operacionalización de variables se ve en la tabla 16, que a su vez guarda concordancia con la matriz de consistencia incluida en el anexo 1.

Tabla 16

Operación de variables

| Variable | Definición conceptual | Dimensión | Indicador |
|---|--|--|---|
| Variable independiente: Evaluación estructural del bloque B de la institución educativa parroquial Santa Cruz | Análisis técnico orientado a verificar si una edificación posee la resistencia, estabilidad y seguridad necesarias para soportar cargas y eventos como sismos, de acuerdo a los estándares y exigencias de la normativa vigente. | Sistema estructural. Calidad de los elementos estructurales. Dimensión de elementos estructurales. | Pórticos, dual, muros estructurales y albañilería confinada. Resistencia del concreto ($f'c$). Secciones y alturas físicas (cm). |
| Variable Dependiente Respuesta o comportamiento sísmico del bloque B de la institución educativa parroquial Santa Cruz | Manifestación de cómo la estructura de un edificio se comporta ante la acción de un sismo, mostrando su capacidad para resistir y disipar esfuerzos según su diseño y materialidad. | Desempeño estructural de la edificación. Nivel de vulnerabilidad de la edificación. | Periodo fundamental de vibración (Segundo). Derivas máximas de entrepiso (adimensional). Desplazamiento lateral máximo (cm). Bajo, medio y alto. |

Nota. Tabla de operacionalización de variables independientes y dependientes, del bloque B de la institución educativa Parroquial Santa Cruz.

3.6. Técnicas de procesamiento y análisis estadístico

En este apartado, se examinarán los datos obtenidos durante el trabajo de campo relacionados con la tipología estructural y los detalles constructivos del bloque B de la Institución Educativa Parroquial Santa Cruz. Además, se emplearán técnicas adecuadas para el procesamiento de la información y se realizará un análisis estadístico que permita interpretar de manera objetiva los resultados obtenidos en el estudio.

3.6.1. Ubicación

La institución Educativa Parroquial Santa Cruz, como se ve en la figura 8, se encuentra ubicada en la Avenida la cultura S/N, del distrito de coronel Gregorio Albarracín Lanchipa, provincia y región de Tacna, geográficamente referenciada con una altitud de 460 msnm y con las coordenadas de 18° 03' 50" latitud sur y 70° 15' 24" latitud oeste.

Región: Tacna

Provincia: Tacna

Distrito: Gregorio Albarracín Lanchipa

Sector: Viñani

Dirección: Av. la cultura S/N

Figura 8

Ubicación de la Institución Educativa Parroquial Santa Cruz

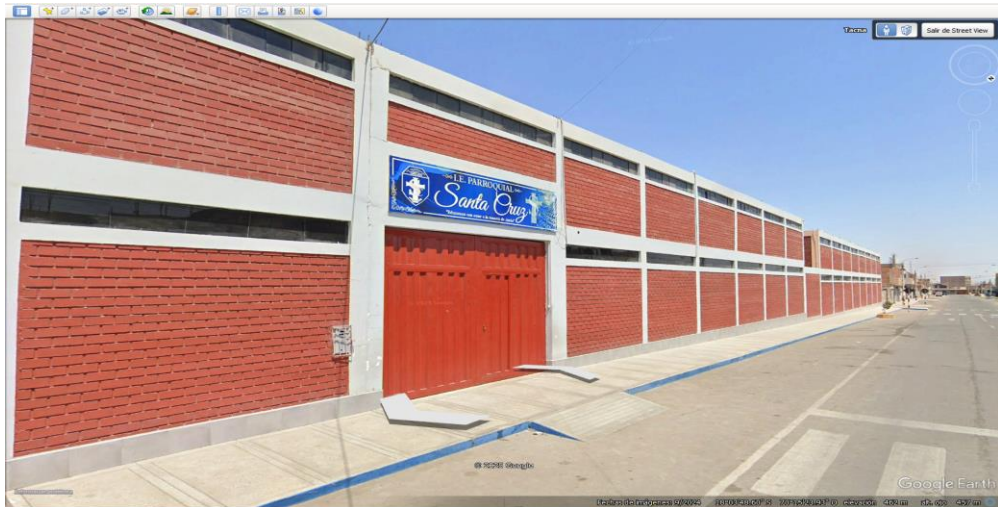


Nota. Tomado de Ubicación de la Institución Educativa Parroquial Santa Cruz, por Google, 2025, Google Maps.

En la figura 9, se aprecia la fachada principal de la edificación. Esta imagen permite reconocer sus características arquitectónicas en general de la institución.

Figura 9

Fachada de la Institución Educativa Parroquial Santa Cruz

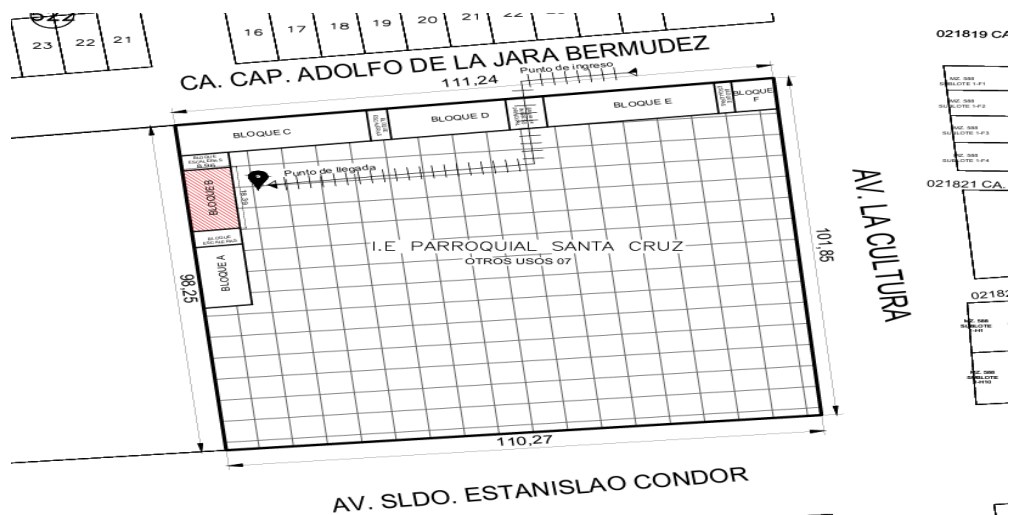


Nota. Tomado de Fachada de la Institución Educativa Parroquial Santa Cruz, por Google, 2025, Google Maps.

Así mismo dentro de las instalaciones de la institución educativa, se muestra la ubicación exacta del pabellón o bloque B, la misma que fue elegida para esta presente investigación de evaluación estructural, se aprecia mejor su ubicación en la figura 10.

Figura 10

Plano catastral del bloque B de la I.E. Parroquial Santa Cruz



Nota. El grafico representa la ubicación exacta del bloque B dentro de la I.E. Parroquial Santa Cruz.

3.6.2. Técnicas de recolección de datos

a. Inspección visual mediante ficha FEMA 154

Se inicio con la recolección de datos mediante el uso de la ficha de inspección visual rápida FEMA 154, con el fin de obtener información, se procedió a verificar que tipo de edificación del Bloque B de la Institución Educativa, también a visualizar el número de personas o aforo que lo habita, tipo de suelo, si tiene peligros no estructurales como parapetos o chimeneas entre otros. Esta herramienta nos permitirá registrar las principales características estructurales del edificio, tales como su número de la cuenta básica, de cuantos niveles es la estructura, se ve si tiene irregularidades tanto en planta como en altura, luego también si fue construido antes o después de la norma E.030 y por último se suman los resultados, se verifica si S es mayor o igual que 2, para determinar si es un edificio seguro, de caso contrario deberá ser evaluado estructuralmente por un software.

En la figura 11, se muestra el formato utilizado para la inspección visual rápida. Este instrumento orienta la evaluación preliminar estructural.

Figura 11

Ficha de Inspección Visual Rápida de FEMA 154

| Inspección Visual Rápida de Edificios con Amenazas Sísmicas Potenciales | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-----------------|------------|----------------|---------------|------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------------------------|----------|----------------|-----------|----------|------|
| FEMA 154. Plantilla de colección de datos | | | | | | | | | | Sismicidad ALTA | | | | | |
| | | | | | | | | | | Dirección : | | | | | |
| | | | | | | | | | | Cita Identificación: | | | | | |
| | | | | | | | | | | N° de Pisos : | | Año de Const.: | | | |
| | | | | | | | | | | Inspectores : | | | | | |
| | | | | | | | | | | Área de construcción: | | Fecha: | | | |
| | | | | | | | | | | Nombre de la edificación: | | | | | |
| Uso de la edificación : | | | | | | | | | | | | | | | |
| OCUPACIÓN | | | | Tipo de suelo | | | | | | Peligros No-Estructural | | | | | |
| Asambleas | Falfo. Gobierno | Oficina | N° de Personas | A | B | C | D | E | F | chimenea no reforz. | Parap. | revest. Pesado | otros | | |
| Comerciales | Sitios Públicos | Residencia | 0-10 | Roca Dura | Roca Media | Suelo Duro | Suelo Duro | Suelo Suave | Suelo Pobre | | | | | | |
| Serv. Emerg. | Industrial | Escuela | 101-1000 | | | | | | | | | | | | |
| | | | >1000 | | | | | | | | | | | | |
| CUENTA BÁSICA, MODIFICADORES Y CUENTA FINAL "S" | | | | | | | | | | | | | | | |
| TIPO DE EDIFICIO | W1 | W2 | S1 (MRF) | S2 (BR) | S3 (LM) | S4 (RCSW) | S5 (URMINE) | C1 (MRF) | C2 (SW) | C3 (URMIN) | PC1 (LU) | PC2 | RM1 (F-D) | RM2 (RD) | URM |
| CUENTA BÁSICA | 4.4 | 3.8 | 2.8 | 3.0 | 3.2 | 2.8 | 2.0 | 2.5 | 2.8 | 1.8 | 2.0 | 2.4 | 2.8 | 2.8 | 1.8 |
| Medio altura (4 a 7 pisos) | N/A | N/A | 0.2 | 0.4 | N/A | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.2 | N/A | 0.2 | 0.4 | 0.4 | 0 |
| Gran altura (>7 pisos) | N/A | N/A | 0.5 | 0.5 | N/A | 0.5 | 0.5 | 0.6 | 0.5 | 0.3 | N/A | 0.4 | N/A | 0.6 | N/A |
| Irregularidad Vertical | -2.5 | -2.0 | -1.0 | -1.0 | N/A | -1.0 | -1.0 | -1.0 | -1.0 | -1.0 | N/A | -1.0 | -1.0 | -1.0 | -1.0 |
| Irregularidad en Planta | -0.5 | -0.5 | -0.5 | -0.5 | -0.5 | -0.5 | -0.5 | -0.5 | -0.5 | -0.5 | -0.5 | -0.5 | -0.5 | -0.5 | -0.5 |
| Piso Código | 0.0 | -1.0 | -1.0 | -0.5 | -0.6 | -0.5 | -0.2 | -1.0 | -2.0 | -0.5 | -0.5 | -1.0 | -0.5 | -0.5 | -0.2 |
| Año Post Código | 2.5 | 2.5 | 1.4 | 1.4 | N/A | 1.6 | N/A | 1.6 | 2.4 | N/A | 2.4 | N/A | 2.5 | 2.5 | N/A |
| Suelo Tipo C | 0.0 | -0.4 | -0.4 | -0.4 | -0.4 | -0.4 | -0.4 | -0.4 | -0.4 | -0.4 | -0.4 | -0.4 | -0.4 | -0.4 | -0.4 |
| Suelo Tipo D | 0.0 | -0.5 | -0.5 | -0.5 | -0.5 | -0.5 | -0.5 | -0.5 | -0.5 | -0.5 | -0.5 | -0.5 | -0.5 | -0.5 | -0.5 |
| Suelo Tipo E | 0.0 | -0.5 | -1.2 | -1.2 | -1.0 | -1.2 | -0.8 | -1.2 | -0.8 | -0.8 | -0.4 | -1.2 | -0.4 | -0.8 | -0.8 |
| CUENTA FINAL "S" | | | | | | | | | | | | | | | |
| COMENTARIOS: | | | | | | | | | | Requiere Evaluación Detallada | | | | | |
| | | | | | | | | | | SI | | NO | | | |

Nota. Tomado de *Ficha de Inspección Visual Rápida*, por Dilmer Pacompia, 2023, Repositorio UPT

b. Levantamiento Arquitectónico

Posterior a la observación visual, pasamos con el tema del levantamiento arquitectónico in situ, en el cual se empleó las herramientas como son el flexómetro, medidor laser, cámara digital, cuaderno de apuntes, tabla portapapeles y lapiceros, las cuales ayudaron en la toma de dimensiones o medidas como son ancho, largo y altura de los espacios interiores, espacios exteriores, pasillos, vanos, tabiques, y elementos estructurales que lo componen en su totalidad, como se identificó previamente en la observación visual, que son columnas rectangulares, columnas en forma de T, vigas peraltadas, vigas de peralte variable, vigas chatas, espesor de la losa aligerada unidireccional y muros portantes.

Estos procedimientos detallados con anterioridad se evidencian en las siguientes figuras 12, 13 y 14, donde se muestra el proceso por nuestras personas con el tema de toma de medidas realizadas en campo, con el fin de sacar medidas reales y llevarlas a gabinete para posteriormente evaluar estos datos técnicos.

Figura 12

Toma de medidas in situ del bloque B



Nota. Se aprecia la realización de toma de medidas en campo, los cuales son necesarios para la realización de planos arquitectónicos, estructural y ubicación.

Figura 13

Toma de medidas en vigas en bloque B



Nota. Se aprecia la realización de toma de medidas en campo, a las vigas estructurales del bloque B.

Figura 14

Toma de medidas de columnas en Bloque B



Nota. Se aprecia la realización de toma de medidas en campo, a las columnas estructurales del bloque B.

c. Realización del ensayo de esclerometría

Como tercera actividad y última en campo, para ensayo de esclerometría, se hizo uso del esclerómetro como se aprecia su presentación en la figura 15, con el fin de determinar el dato aproximado de la resistencia de concreto de la infraestructura evaluada en el bloque B de la institución, la cual consiste en la toma lecturas a base del martillo de rebote del equipo, como aprecia y evidencia estas acciones en las figuras 16, 17 y 18.

Este ensayo fue aplicado en los elementos estructurales tanto del primer y segundo nivel del bloque B, se eligió los puntos realizados tanto para las columnas y vigas, tal cual se aprecia en los planos de las figuras 19 y 20, para posteriormente anotar estos datos brindados por el esclerómetro en un formato de lecturas. Finalmente, en gabinete se procede a calcular la resistencia del concreto, con la ayuda de una hoja de cálculo y el ábaco del equipo respectivo.

Respecto al resultado de este ensayo, se detallará y analizará posteriormente en los primeros apartados del capítulo 4.

Figura 15

Presentación del Esclerómetro



Nota. La imagen muestra la Presentación del Esclerómetro modelo Análogo marca Forney.

Figura 16

Realización de esclerometría en vigas



Nota. La imagen muestra la Realización del ensayo de esclerometría in situ bloque B.

Figura 17

Realización de esclerometría en columnas



Nota. Se ve la toma de lecturas realizadas, en este caso a columnas de cara vista, con el esclerómetro.

Figura 18

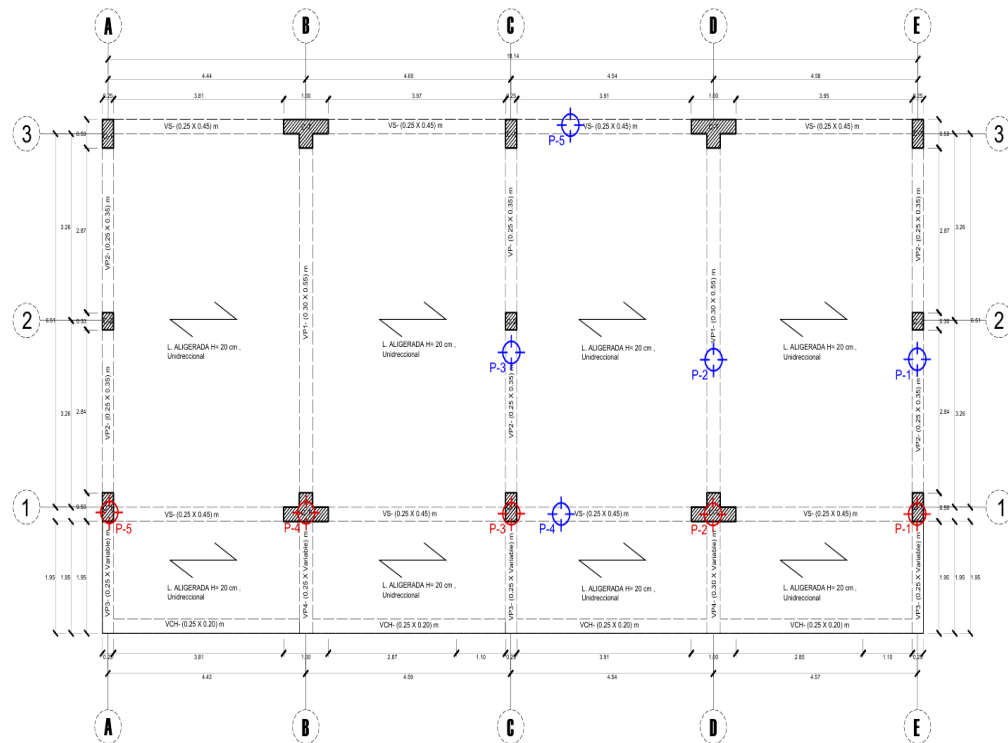
Ensayo de esclerometría en Vigas principales



Nota. Se ve la toma de lecturas realizadas, en este caso a las vigas de cara vista, con el esclerómetro.

Figura 19

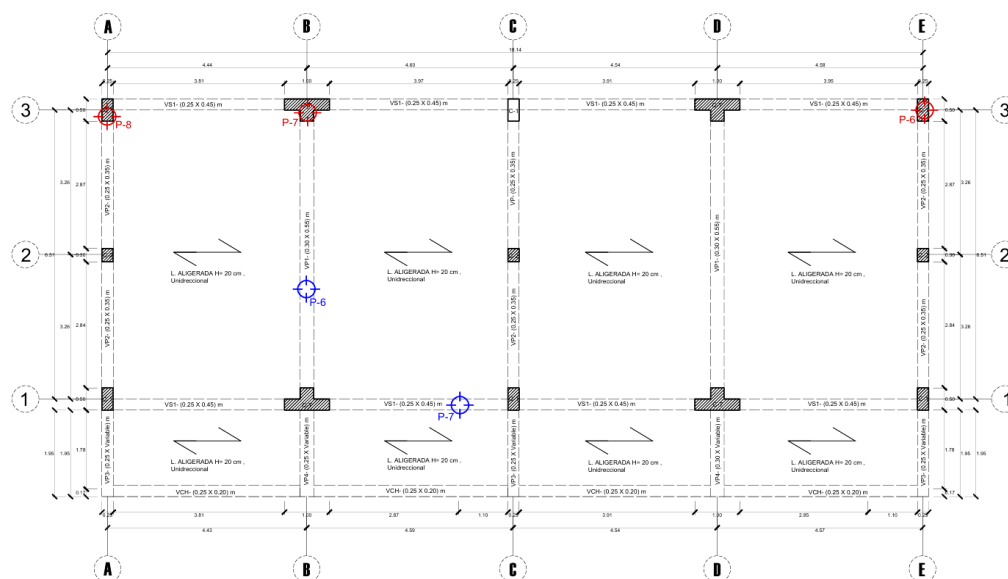
Ubicación de puntos de ensayo de esclerometría en nivel 1



Nota. Se aprecia los elementos estructurales escogidos, para el primer nivel del bloque B, los puntos de color azul son referidos a las vigas, y los rojos a las columnas.

Figura 20

Ubicación de puntos de ensayo de esclerometría en nivel 2



Nota. Se aprecia los elementos estructurales escogidos para el segundo nivel del bloque B, los puntos de color azul son referidos a las vigas, y los rojos a las columnas.

En la tabla 17, se presenta el formato utilizado para registrar las lecturas del ensayo. Este instrumento garantiza orden en la recolección de datos.

Tabla 17

Formato para lecturas del ensayo del esclerómetro

| N.º | Descripción | Lecturas tomadas | | | | | | | | | | Prom. | Resist. (kg/cm ²) |
|-----------------------|--------------------------|------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|--------|-------------------------------|
| | | P-1 | P-2 | P-3 | P-4 | P-5 | P-6 | P-7 | P-8 | P-9 | P-10 | | |
| Primer piso columnas | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | P-1 (entre eje E- eje 1) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 2 | P-2 (entre eje D- eje 1) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 3 | P-3 (entre eje C- eje 1) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 4 | P-4 (entre eje B- eje 1) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 5 | P-5 (entre eje A- eje 1) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Segundo piso columnas | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | P-6 (entre eje E- eje 3) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 7 | P-7 (entre eje B- eje 3) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 8 | P-8 (entre eje A- eje 3) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Primer piso vigas | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | P-1 (eje E- entre 1-2) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 10 | P-2 (eje D- entre 1-2) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 11 | P-3 (eje C- entre 1-2) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 12 | P-4 (eje 1- entre C-D) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 13 | P-5 (eje 3- entre C-D) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Segundo piso vigas | | | | | | | | | | | | | |
| 14 | P-6 (eje B- entre 1-2) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 15 | P-7 (eje 1- entre B-C) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Promedio total | | | | | | | | | | | | 200,67 | |

Nota. Se aprecia el formato de ficha a llenar, para el ensayo del esclerómetro del Bloque B.

En la figura 21, se presenta el ábaco utilizado para interpretar resultados del ensayo. Este gráfico permite estimar la resistencia del material a través de la interpolación de datos obtenidos en campo o in situ.

Figura 21
Abaco del Calculo Esclerómetro

| IMPACT ANGLE α | | | | | |
|-----------------------|---------------------|---------------------|-----------|---------------------|---------------------|
| R | $\alpha - 90^\circ$ | $\alpha - 45^\circ$ | 0° | $\alpha + 45^\circ$ | $\alpha + 90^\circ$ |
| 20 | 125 | 115 | | | |
| 21 | 135 | 125 | | | |
| 22 | 145 | 135 | 110 | | |
| 23 | 160 | 145 | 120 | | |
| 24 | 170 | 160 | 130 | | |
| 25 | 180 | 170 | 140 | 100 | |
| 26 | 198 | 185 | 158 | 115 | |
| 27 | 210 | 200 | 165 | 130 | 105 |
| 28 | 220 | 210 | 180 | 140 | 120 |
| 29 | 238 | 220 | 190 | 150 | 138 |
| 30 | 250 | 238 | 210 | 170 | 145 |
| 31 | 260 | 250 | 220 | 180 | 160 |
| 32 | 280 | 265 | 238 | 190 | 170 |
| 33 | 290 | 280 | 250 | 210 | 190 |
| 34 | 310 | 290 | 260 | 220 | 200 |
| 35 | 320 | 310 | 280 | 238 | 218 |
| 36 | 340 | 320 | 290 | 250 | 230 |
| 37 | 350 | 340 | 310 | 265 | 245 |
| 38 | 370 | 350 | 320 | 280 | 260 |
| 39 | 380 | 370 | 340 | 300 | 280 |
| 40 | 400 | 380 | 350 | 310 | 295 |
| 41 | 410 | 400 | 370 | 330 | 310 |
| 42 | 425 | 415 | 380 | 345 | 325 |
| 43 | 440 | 430 | 400 | 360 | 340 |
| 44 | 460 | 450 | 420 | 380 | 360 |
| 45 | 470 | 460 | 430 | 395 | 375 |
| 46 | 490 | 480 | 450 | 410 | 390 |
| 47 | 500 | 495 | 465 | 430 | 410 |
| 48 | 520 | 510 | 480 | 445 | 430 |
| 49 | 540 | 525 | 500 | 460 | 445 |
| 50 | 550 | 540 | 515 | 480 | 460 |
| 51 | 570 | 560 | 530 | 500 | 480 |
| 52 | 580 | 570 | 550 | 515 | 500 |
| 53 | 600 | 590 | 565 | 530 | 520 |
| 54 | OVER 600 | OVER 600 | 580 | 550 | 530 |
| 55 | OVER 600 | OVER 600 | 600 | 570 | 550 |

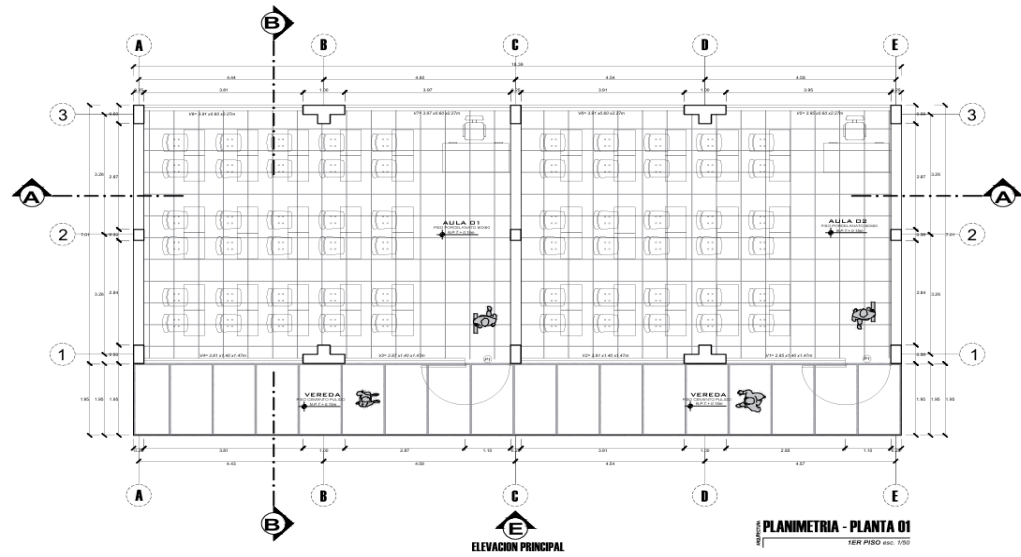
REBOUND VALUE R

Nota. Se aprecia el ábaco a utilizar del equipo del esclerómetro.

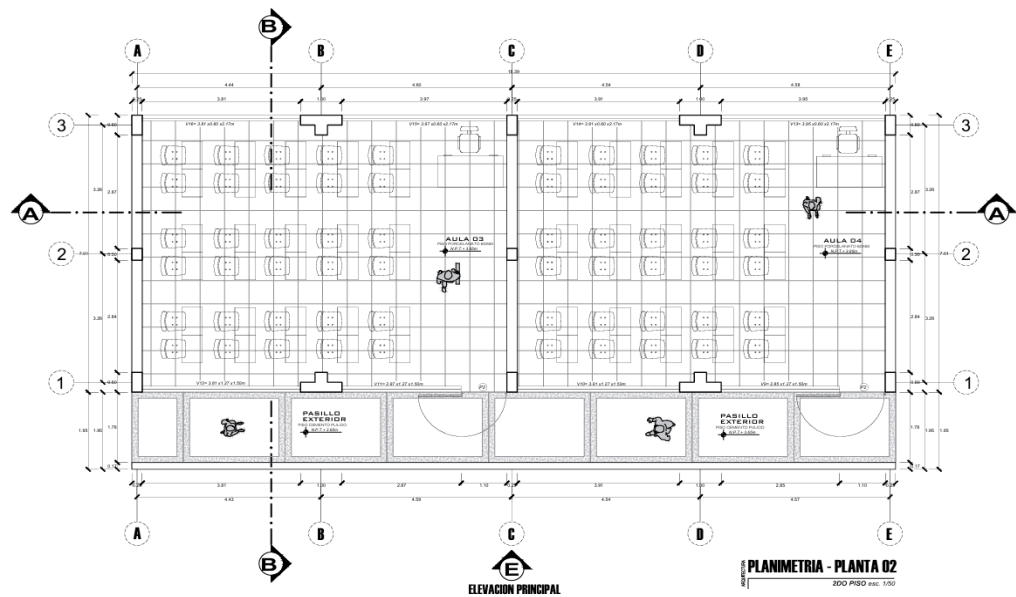
3.6.3. Trabajos y actividades en gabinete

a. Elaboración de planos en el software AutoCAD V21

Con todos los datos obtenidos en el trabajo del levantamiento arquitectónico, pasamos a exportar y usar dichos datos de medidas al software AUTOCAD v21, para la realización de los planos arquitectónicos, como son las planimetrías, cortes y elevaciones, así como también un plano estructural de dimensiones de los elementos estructurales encontrados, todos correspondientes al bloque B de la institución educativa Parroquial Santa cruz. Todos estos planos elaborados se adjuntan en el anexo 03 para mejor visualización y detalles, referente a arquitectura las figuras 22 y 23, se muestra la distribución arquitectónica del 1 y 2 nivel.

Figura 22*Plano Arquitectónico de distribución de nivel 1*

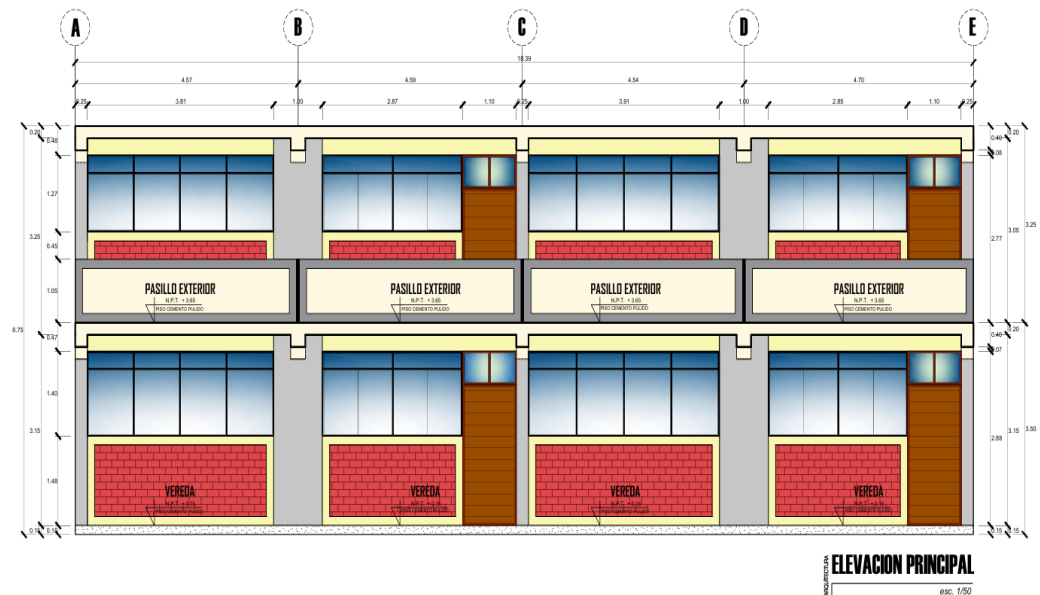
Nota. Se aprecia el plano arquitectónico de planimetría del piso 1, del Bloque B, elaborado con los datos del levantamiento arquitectónico.

Figura 23*Plano Arquitectónico de distribución de nivel 2*

Nota. Se aprecia el plano arquitectónico de planimetría del piso 2, del Bloque B, elaborado con los datos del levantamiento arquitectónico.

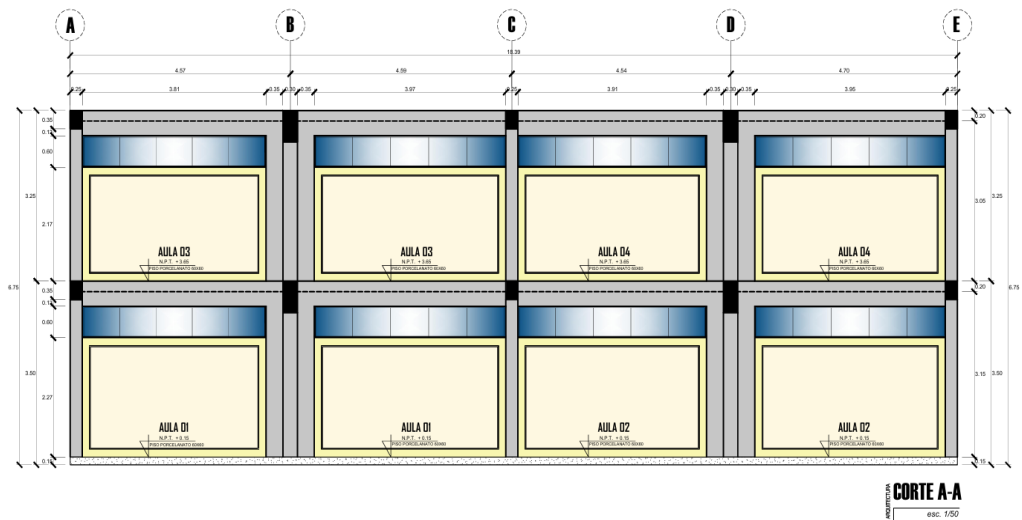
En las figuras 24 y 25, se observa la elevación principal y corte A-A de la edificación. Esta vista permite analizar su configuración vertical y alturas.

Figura 24
Plano de elevación principal



Nota. Se aprecia el plano arquitectónico de elevación principal del Bloque B, elaborado con los datos obtenidos del levantamiento arquitectónico.

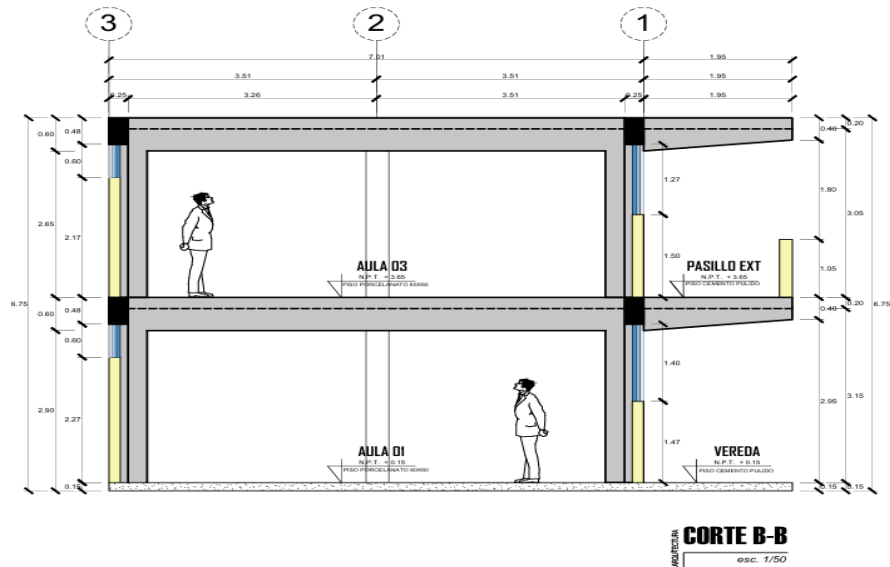
Figura 25
Plano de corte A-A



Nota. Se aprecia el plano arquitectónico corte A-A del Bloque B, elaborado con los datos del levantamiento arquitectónico.

En la figura 26, se presenta un corte adicional del bloque. Esto complementa el análisis geométrico.

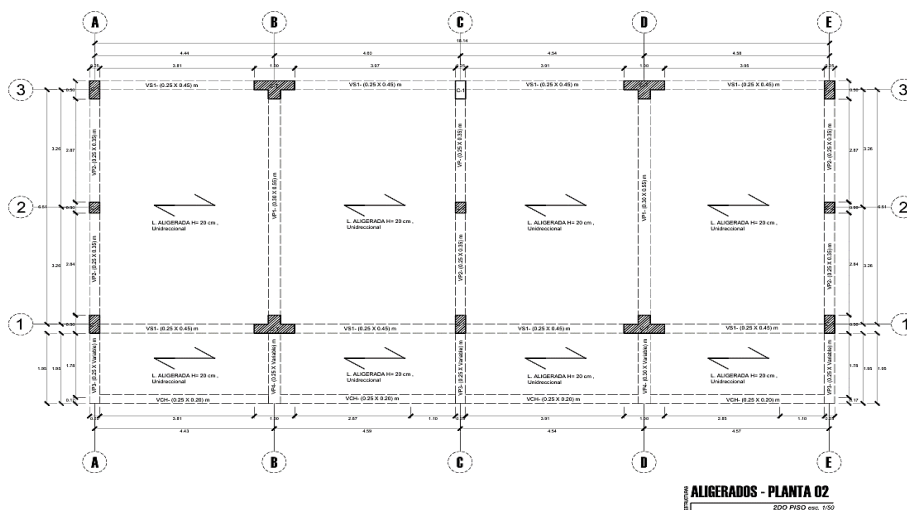
Figura 26
Plano de corte B-B



Nota. Se aprecia el plano arquitectónico corte B-B del Bloque B, realizado a base de nuestros datos en el levantamiento arquitectónico.

En la figura 27, se observa el plano estructural del bloque evaluado. Este documento guía el modelamiento analítico.

Figura 27
Plano de estructuras



Nota. Se aprecia el plano de los elementos estructurales del bloque B, en base al levantamiento arquitectónico in situ.

En la figura 28, se aprecia el estado actual del bloque. Esta imagen permite identificar condiciones visibles en general como detalles de su fachada.

Figura 28

Vista al bloque B existente



Nota. Fotografía referencia de la construcción existente del bloque B.

b. Modelamiento en el software ETABS (v21,1,0)

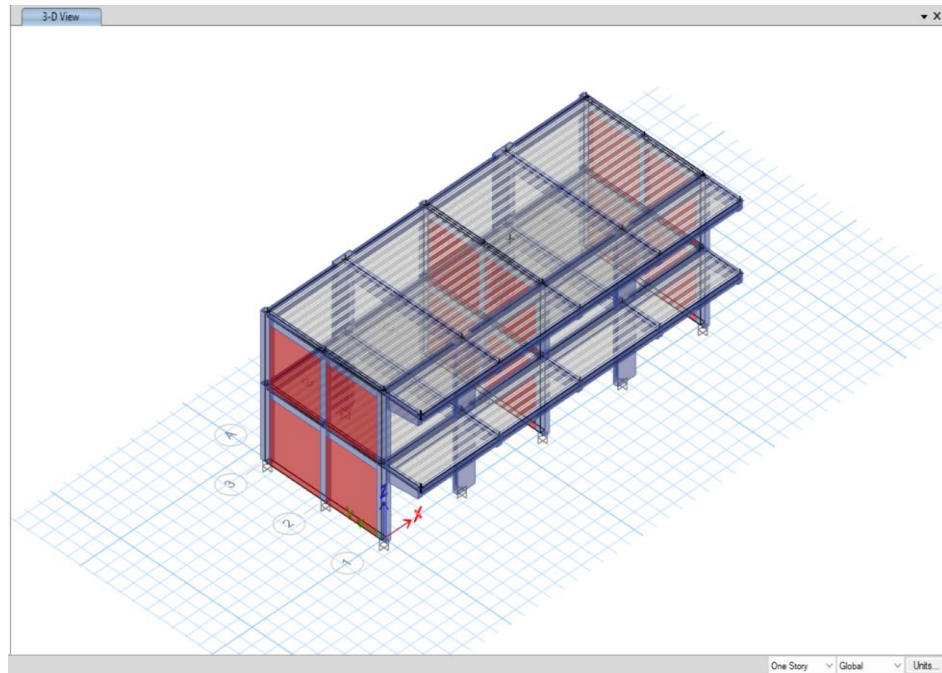
Para finalizar y con casi toda la obtención de datos técnicos realizados en campo y descritos con anterioridad, pasamos al modelado estructural en gabinete, para ello empleamos el uso de los planos arquitectónicos, dato del ensayo de esclerometría y el plano estructural realizado, donde se visualice los elementos estructurales, como lo son columnas, vigas, losas, muros estructurales y las sobrecargas que hay sobre estas, sean estas últimas uniformes o distribuidas, todo esto modelado se realizó en el software ETABS (v21,1,0), apoyándonos de la norma E.030 de diseño sismorresistente.

Este modelamiento se realizará con el fin de obtener las derivas permisibles máximas, la cual es la finalidad de esta investigación, buscar dicho comportamiento sísmico de dicha estructura evaluada de la institución ante un evento sísmico en base a su configuración estructural.

A continuación, en la figura 29, se visualiza y aprecia un primer vistazo preliminar al modelado realizado del bloque B de la institución educativa parroquial Santa cruz.

Figura 29

Modelado estructural preliminar del bloque B



Nota. Vista 3D a nuestro modelado del proyecto del bloque B de la institución educativa, listo para realizar en análisis sísmico.

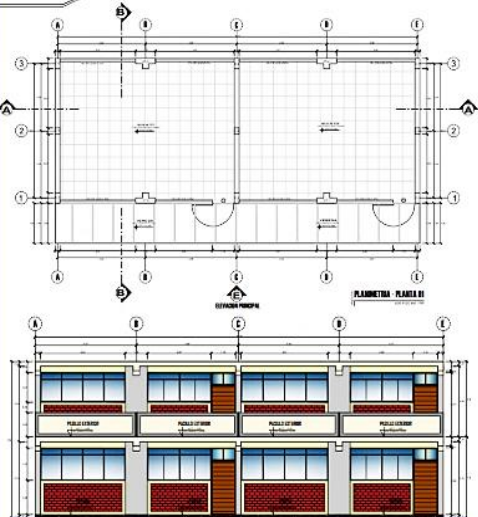

CAPITULO IV: RESULTADOS

4.1. Evaluación visual rápida por FEMA 154

Los resultados del análisis evidencian que el Bloque B corresponde a una estructura de concreto armado con muros de relleno, asentada sobre un suelo duro y con configuración regular. En base a los factores evaluados, el resultado obtenido fue de 3,30 que refleja un comportamiento estructural aceptable, aunque se recomienda realizar una evaluación más detallada mediante modelado computacional para confirmar su desempeño sísmico. En la figura 30, se presenta el formato aplicado durante la inspección. Este documento respalda la evaluación preliminar.

Figura 30

Ficha de formato FEMA 154

| Inspección Visual Rápida de Edificios con Amenazas Sísmicas Potenciales | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|------------------|------------|----------------|-----------|---|---------|----------------------|-----------------|-----------|-------------------------------|------------|-------------|------------|-------------|---------------------------------|----------------------|---------|----------------|-------|
| FEMA 154. Plantilla de colección de datos | | | | | | | | Sismicidad ALTA | | | | | | | | | | | |
|  | | | | | Dirección : Avenida La Cultura s/n, en el distrito Coronel Gregorio Albarracín, Tacna | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | Otra Identificación: | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | N° de Pisos : 2 | | Año de Const. : 2005 | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | Inspectores : BACH. DANIEL PORTUGAL MAMANI BACH. ALEX CONDORI LUQUE | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | Área de construcción: 164,77 m ² | | Fecha: 23/10/2025 | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | Nombre de la edificación: BLOQUE B DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA PARROQUIAL SANTA CRUZ | | | | | | | | | | | | | | |
| Uso de la edificación : Institución Educativa | | | | |  | | | | | | | | | | | | | | |
| OCUPACIÓN | | | | | | | | | | Tipo de suelo | | | | | Peligros No- Estructural | | | | |
| Asentadas | Edific. Gobierno | Oficina | N° de Personas | | | | | | | A | B | C | D | E | F | chimeneas no reforz. | Parqnt. | revert. Pesado | otros |
| Comerciales | Sitios Públicos | Residencia | 0-10 | 11-100 | | | | | | Roca Dura | Roca Media | Suelo Densó | Suelo Duro | Suelo Suave | Suelo Póbreo | | | | |
| Serv. Emerg. | Industrial | Escuela | 101-1000 | >1000 | | | | | | | | | | | | | | | |
| CUENTA BÁSICA, MODIFICADORES Y CUENTA FINAL *S* | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TIPO DE EDIFICIO | | W1 | W2 | S1 (ΔIRE) | S2 (BR) | S3 (LM) | S4 (RCSW) | S5 (URMINF) | C1 (ΔIRE) | C2 (SW) | C3 (URMIN) | PC1 (TU) | PC2 | RMI (FD) | RMD (RD) | URM | | | |
| CUENTA BÁSICA | | 4,4 | 3,8 | 2,8 | 3,0 | 3,2 | 2,0 | 2,0 | 2,5 | 2,8 | 1,6 | 2,6 | 2,4 | 2,8 | 2,8 | 1,8 | | | |
| Media altura (4 a 7 pisos) | | N/A | N/A | 0,2 | 0,4 | N/A | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,2 | N/A | 0,2 | 0,4 | 0,4 | 0 | | | |
| Gran altura (>7 pisos) | | N/A | N/A | 0,6 | 0,8 | N/A | 0,8 | 0,8 | 0,6 | 0,8 | 0,3 | N/A | 0,4 | N/A | 0,6 | N/A | | | |
| Irregularidad Vertical | | -2,5 | -2,0 | -1,0 | -1,5 | N/A | -1,0 | -1,0 | -1,5 | -1,0 | -1,0 | N/A | -1,0 | -1,0 | -1,0 | -1,0 | | | |
| Irregularidad en Planta | | -0,5 | -0,5 | -0,5 | -0,5 | -0,5 | -0,5 | -0,5 | -0,5 | -0,5 | -0,5 | -0,5 | -0,5 | -0,5 | -0,5 | -0,5 | | | |
| Pre-Código | | 0,0 | -1,0 | -1,0 | 0,8 | 0,6 | 0,8 | 0,2 | -1,2 | -1,0 | -2,0 | 0,8 | -0,8 | -1,0 | -0,8 | -0,2 | | | |
| Año Post Código | | 2,4 | 2,4 | 1,4 | 1,4 | N/A | 1,6 | N/A | 1,4 | 2,4 | N/A | 2,4 | N/A | 2,8 | 2,6 | N/A | | | |
| Suelo Tipo C | | 0,0 | -0,4 | -0,4 | -0,4 | -0,4 | -0,4 | -0,4 | -0,4 | -0,4 | -0,4 | -0,4 | -0,4 | -0,4 | -0,4 | -0,4 | | | |
| Suelo Tipo D | | 0,0 | -0,8 | -0,6 | -0,6 | -0,6 | -0,6 | -0,4 | -0,8 | -0,6 | -0,4 | -0,6 | -0,6 | -0,6 | -0,6 | -0,6 | | | |
| Suelo Tipo E | | 0,0 | -0,8 | -1,2 | -1,2 | -1,0 | -1,2 | -0,8 | -1,2 | -0,8 | -0,8 | -0,4 | -1,2 | -0,4 | -0,6 | -0,8 | | | |
| CUENTA FINAL S | | | | | | | | | | 3,3 | | | | | | | | | |
| COMENTARIOS: | | | | | | | | | | Requiere Evaluación Detallada | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | SI NO | | | | | | | | | |

Nota. Se visualizar la ficha técnica FEMA 154 llenada con los datos de in situ y resultados.

4.2. Ensayo de esclerometría

Del ensayo de esclerometría en el Pabellón B, se obtuvieron valores de rebote que permitan estimar la resistencia del concreto, brindado información útil para el comportamiento y análisis estructural.

En la tabla 18, se detallan los resultados obtenidos del ensayo realizado. Estos datos permiten estimar propiedades mecánicas del material.

Tabla 18

Formato de resultados de esclerometría

| N.º | Descripción | Lecturas tomadas | | | | | | | | | | Prom. | Resist. (kg/cm ²) |
|-----------------------|-------------------------|------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|--------|-------------------------------|
| | | P-1 | P-2 | P-3 | P-4 | P-5 | P-6 | P-7 | P-8 | P-9 | P-10 | | |
| Primer piso columnas | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | P-1 (entre eje E-eje 1) | 27 | 27 | 26 | 28 | 24 | 28 | 30 | 28 | 32 | 30 | 28,00 | 180,00 |
| 2 | P-2 (entre eje D-eje 1) | 30 | 30 | 30 | 32 | 29 | 28 | 28 | 28 | 32 | 29 | 29,60 | 202,00 |
| 3 | P-3 (entre eje C-eje 1) | 28 | 29 | 32 | 34 | 25 | 34 | 30 | 31 | 30 | 28 | 30,10 | 211,00 |
| 4 | P-4 (entre eje B-eje 1) | 31 | 29 | 31 | 30 | 30 | 30 | 29 | 29 | 29 | 27 | 29,50 | 200,00 |
| 5 | P-5 (entre eje A-eje 1) | 32 | 29 | 28 | 29 | 29 | 29 | 30 | 32 | 28 | 28 | 29,40 | 198,00 |
| Segundo piso columnas | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | P-6 (entre eje E-eje 3) | 27 | 27 | 22 | 29 | 29 | 28 | 24 | 26 | 26 | 24 | 26,20 | 159,00 |
| 7 | P-7 (entre eje B-eje 3) | 28 | 31 | 28 | 27 | 27 | 27 | 24 | 32 | 28 | 27 | 27,90 | 178,00 |
| 8 | P-8 (entre eje A-eje 3) | 29 | 32 | 30 | 30 | 31 | 31 | 32 | 31 | 32 | 29 | 30,70 | 217,00 |
| Primer piso vigas | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | P-1 (eje E- entre 1-2) | 31 | 28 | 28 | 30 | 30 | 29 | 28 | 29 | 28 | 30 | 29,10 | 192,00 |
| 10 | P-2 (eje D- entre 1-2) | 28 | 28 | 30 | 25 | 30 | 28 | 31 | 32 | 29 | 32 | 29,30 | 196,00 |
| 11 | P-3 (eje C- entre 1-2) | 28 | 32 | 30 | 30 | 32 | 30 | 30 | 31 | 32 | 30 | 30,50 | 215,00 |
| 12 | P-4 (eje 1- entre C-D) | 30 | 30 | 28 | 35 | 28 | 32 | 28 | 32 | 28 | 30 | 30,10 | 211,00 |
| 13 | P-5 (eje 3- entre C-D) | 29 | 30 | 29 | 28 | 32 | 30 | 30 | 29 | 25 | 31 | 29,20 | 194,00 |
| Segundo piso vigas | | | | | | | | | | | | | |
| 14 | P-6 (eje B- entre 1-2) | 42 | 32 | 31 | 30 | 30 | 32 | 35 | 30 | 28 | 30 | 32,00 | 238,00 |
| 15 | P-7 (eje 1- entre B-C) | 28 | 32 | 30 | 30 | 32 | 31 | 33 | 32 | 29 | 32 | 30,90 | 219,00 |
| Promedio total | | | | | | | | | | | | 200,67 | |

Nota. Se visualiza los datos conseguidos in situ, más los resultados obtenidos del ensayo de esclerometría.

De acuerdo con los resultados obtenidos in situ, se evaluaron un total de quince elementos estructurales, aplicando doce impactos de martillo de rebote por muestra.

Posteriormente, se descartaron los dos valores más alejados del promedio para asegurar la precisión del ensayo. De este procedimiento y aplicando interpolación o tabulación en el ábaco, se obtuvo las resistencias y el promedio total de estas, dando una resistencia de $f'c = 200,67 \text{ kg/cm}^2$, adoptándose para el análisis estructural un valor de $f'c = 210,00 \text{ kg/cm}^2$ para usos prácticos al ser el valor más cercano.

4.3. Modelamiento y análisis del Bloque B

4.3.1. Propiedad de los materiales

Las propiedades de los materiales definidos para nuestro estudio del modelado, fueron dos tipos, concreto y albañilería o mampostería, sus especificaciones técnicas se detallan a continuación en las tablas 19 y 20.

Tabla 19

Especificaciones Técnicas de concreto del Bloque B

| Concreto | | Unidad | |
|------------------------|---------|-----------|------------------|
| Fuerza a la compresión | $F'c =$ | 210 | Kg/cm^2 |
| Peso específico | $Y_c =$ | 2400 | Kg/m^3 |
| | $Y_c =$ | 0,0024 | Kg/cm^2 |
| Módulo de elasticidad | $E_c =$ | 217370,65 | Kg/cm^2 |

Nota. Se ve las características de nuestros materiales a usar en el modelado del bloque B, estas referidas al concreto.

Tabla 20

Especificaciones Técnicas de Mampostería del Bloque B

| Mampostería | | Unidad | |
|------------------------|---------|--------|------------------|
| Fuerza a la compresión | $F'c =$ | 65 | Kg/cm^2 |
| Peso específico | $Y_c =$ | 1800 | Kg/m^3 |
| | $Y_c =$ | 0,0018 | Kg/cm^2 |
| Módulo de elasticidad | $E_c =$ | 32500 | Kg/cm^2 |

Nota. Se ve las características de nuestros materiales a usar en el modelado del bloque B, referidas a muros de albañilería.

4.3.2. Características de los elementos estructurales

Para el tema del dibujo en ETABS V21.1.0 de los elementos estructurales, y en base a los planos de estructuras y arquitectura realizados, con el tema de columnas se ingresaron 3 tipos de estos, respecto a las vigas se ingresó 6 tipos de estos, respecto a la losa aligerada se ingresó 1 tipo, y finalmente respecto al tema de los muros de albañilería confinada se ingresó 1 tipo también, todos estos datos se detallan en las tablas 21, 22, 23 y 24.

Tabla 21

Características Estructurales de Columnas del Bloque B

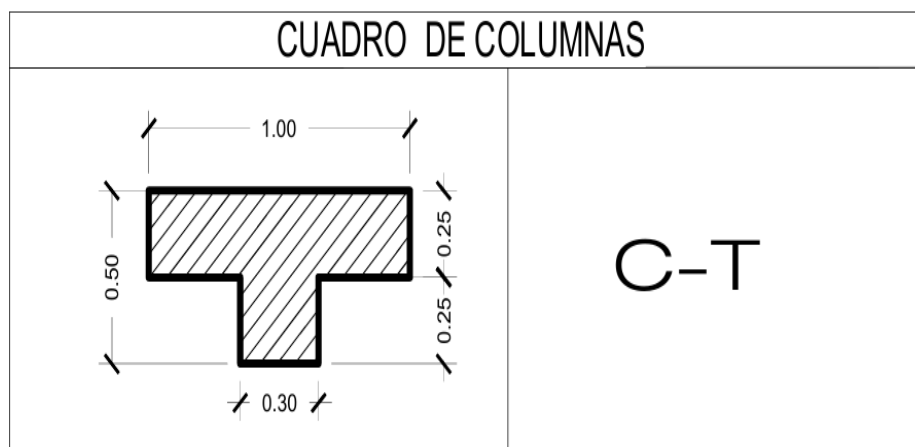
| Descripción | Dimensiones (cm) |
|-------------|---|
| C-1 | 25 x 50 |
| C-2 | 25 x 30 |
| C-T | Lado mayor: 100 Lado menor: 50 Espesor del alma: 30 Espesor de Ala: 25 |

Nota. Se aprecia todas las dimensiones de las columnas a considerar para el modelado.

En la figura 31, se detallan las características geométricas de la columna tipo T. Esto permite definir su comportamiento estructural.

Figura 31

Características de la columna T



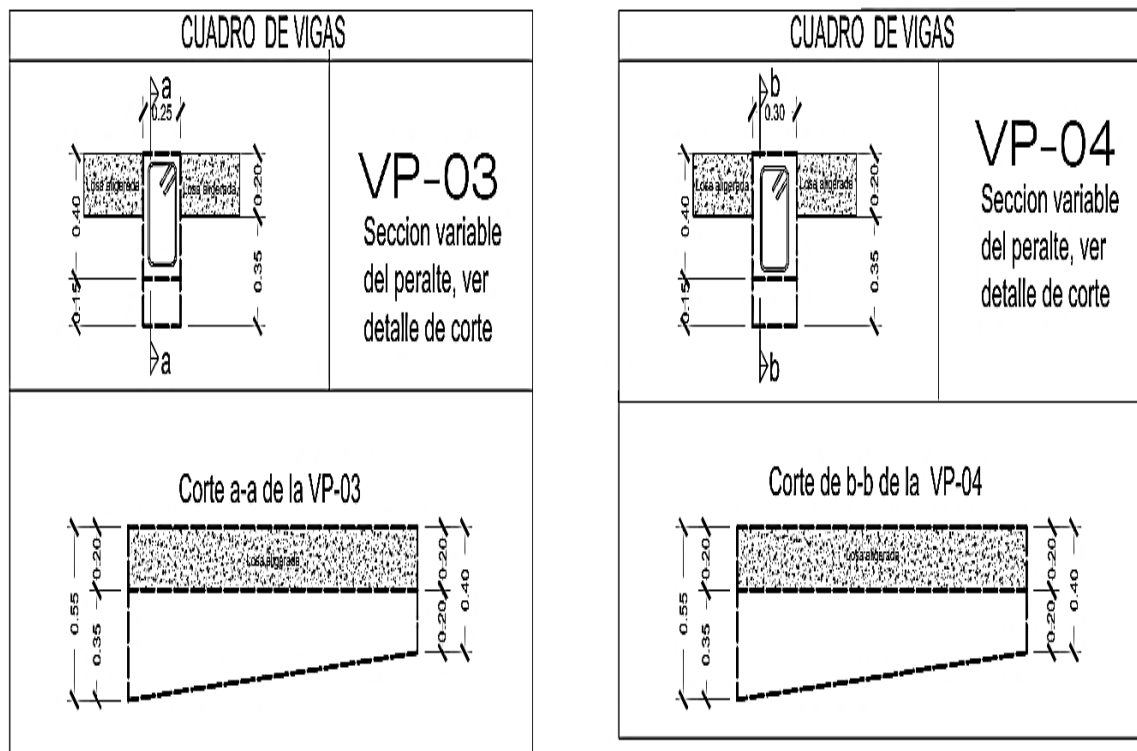
Nota. Se aprecia o ve mejor las dimensiones a considerar en la Columna en T, esta al tener dimensiones más específicas.

Tabla 22*Características Estructurales de las Vigas del Bloque B*

| Descripción | Dimensiones (cm) |
|-------------|-----------------------|
| VP-1 | 30 x 55 |
| VP-2 | 25 x 35 |
| VP-3 | 25 x Peralte variable |
| VP-4 | 30 x Peralte variable |
| VS-1 | 25 x 45 |
| V-CH | 25 x 20 |

Nota. En la tabla se ve las dimensiones de los distintos tipos de vigas para nuestro estudio de modelado.

En la figura 32, se muestran vigas con variaciones en su sección. Esta condición influye en su rigidez.

Figura 32*Características de vigas con peraltes variables*

Nota. En la imagen se aprecia a más detalle, el tema de las vigas con peralte variable, como son la VP-03 y VP-04.

Tabla 23*Características Estructurales de Losa del Bloque B*

| Descripción | Altura (cm) | Tipo |
|----------------|-------------|----------------|
| Losa aligerada | 20 | Unidireccional |

Nota. En la tabla se ve las dimensiones de la losa aligerada

Tabla 24*Característica Estructural del Muro de Albañilería del Bloque B*

| Descripción | Espesor (cm) | Asentado |
|---------------------|--------------|----------|
| Muro de albañilería | 24 | Cabeza |

Nota. En la tabla se ve las dimensiones del muro de albañilería

4.3.3. Sistema estructural

En base a las todas las técnicas y actividades de procesamiento de datos realizadas, se determinó que el sistema estructural del bloque B de la institución educativa Parroquial Santa Cruz, pertenece a un sistema combinada o mixta, compuesto de un sistema de pórticos en el eje X y un sistema de albañilería confinada en el eje Y, como se ve en la tabla 25. Como aclaración sobre el eje X, el cual es pórticos, lo asumimos en base a la cortante basal, este punto se tocará en los siguientes títulos.

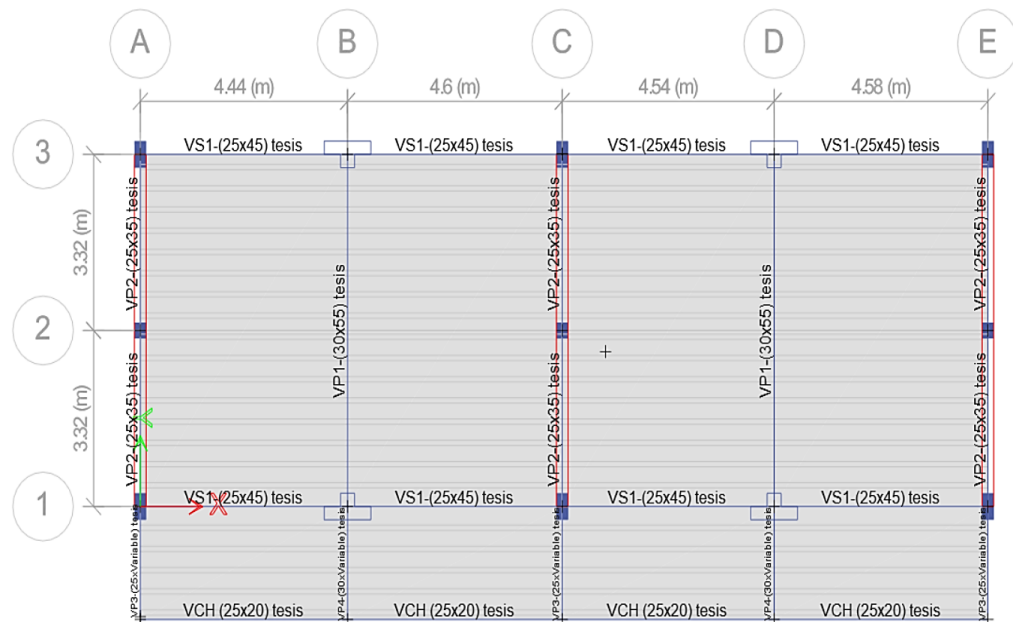
Tabla 25*Sistema Estructural por Eje del Bloque B*

| Sistema estructural | Eje |
|----------------------------|-----|
| Concreto Armado - Pórticos | X |
| Albañilería confinada | Y |

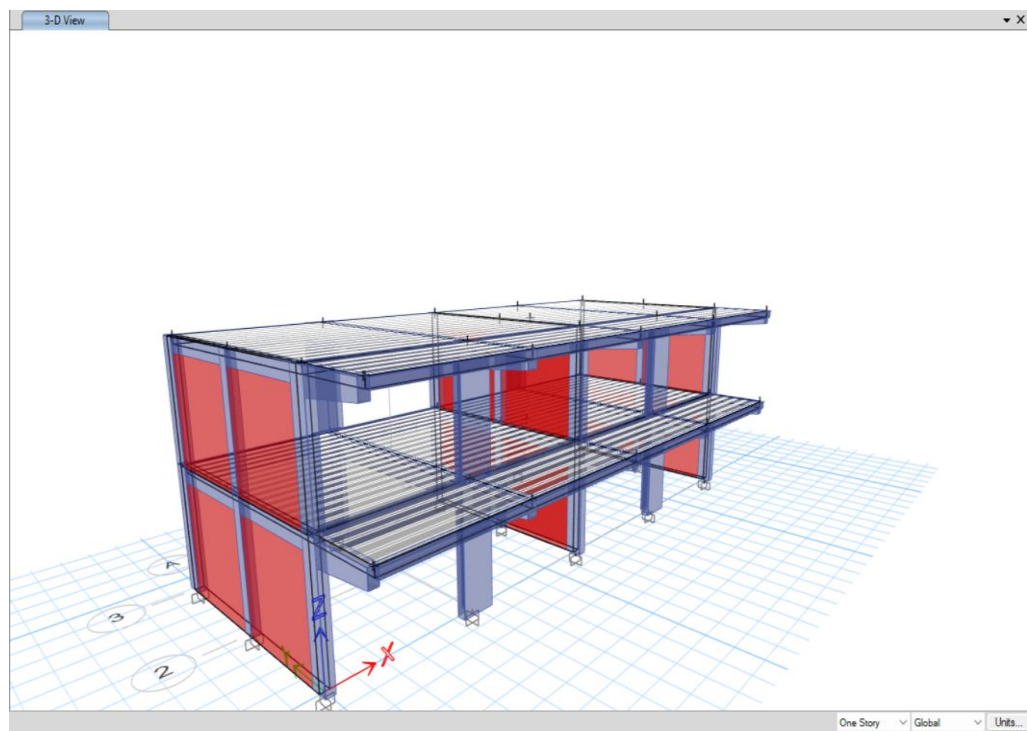
Nota. Definición de nuestros sistemas estructurales para nuestro modelado y análisis respectivo.

4.3.4. Modelamiento del bloque B

Ya teniendo claro el tema del sistema estructural por ejes y los elementos estructurales definidos, aunado a esto también basándonos en los datos de nuestros planos realizados del levantamiento arquitectónico, procedemos a realizar el modelado correspondiente, el cual se muestra a continuación en las figuras 33 y 34.

Figura 33*Elementos Estructurales del modelado*

Nota. Se visualiza los elementos estructurales modelados con sus etiquetas en ETABS, vista en planta.

Figura 34*Vista 3D del modelado del Bloque B*

Nota. Se ve la realización estructural del bloque B en el software, en una vista 3D.

4.3.5. Categoría de la edificación

La edificación es de categoría A2 al ser un centro educativo y se asume un factor de uso de 1.5 según la norma E.030.

4.3.6. Cargas muertas aplicadas

Para este apartado, se consideró dos tipos de cargas, las sobrecargas uniformes en la losa y cargas distribuidas en las vigas, en base a la norma E.020, pasamos a analizar y calcular datos.

a. Sobrecarga uniforme muerta

Como se indicó en el apartado de características de los elementos estructurales, tenemos una losa aligerada de altura de 20 cm en una dirección, por lo cual su peso propio según norma E.020 será de 300 kg/m², más los pesos que asumimos de acabados de 100 kg/m² y del tarrajeo de 50 kg/cm², teniendo así un total de 450 kg/m², estos datos como se ven en resumen en la tabla 26, nos ayudaran a la hora de asignar las cargas en nuestro modelo, específicamente en las losas aligeradas del software de análisis.

Tabla 26

Sobrecargas Uniformes Muerta en Bloque B

| Descripción | Peso (kg/m ²) |
|---------------------------|---------------------------|
| Peso de la losa aligerada | 300 |
| Peso de acabados | 100 |
| Peso de tarrajeo | 50 |
| Total | 450 |

Nota. Se aprecia la tabla, las sobrecargas a utilizar en nuestra losa aligerada.

b. Cargas distribuidas

Para el tema de cargas distribuidas, nos apoyamos en la tabla de los anexos de pesos unitarios de la norma E.020, la cual indica los pesos unitarios de los elementos que aplicaremos, que se detallan en la tabla 27. Estos valores nos ayudaran para calcular las cargas distribuidas ejercidas por los tabiques en las vigas sea el caso.

Tabla 27*Sobrecarga Distribuida Muerta en Bloque B*

| Materiales | Peso (kg/m³) |
|--|--------------------------------|
| Unidades de albañilería cocida solidas | 1800 |
| Unidades de albañilería cocida huecas | 1350 |
| Mortero de cemento | 2000 |

Nota. Se aprecia la tabla, los pesos unitarios a utilizar, para calcular el peso de tabiquería más su tarrajeo.

Realizamos los cálculos de metrado de carga distribuida para 1,00 metro de altura del muro de tabiquería más su tarrajeo. Para ello trabajamos primero con el dato de solo la tabiquería, como se aprecia en las ecuaciones 2 y 3.

$$1350 \frac{kg}{m^3} * \text{espesor del ladrillo pandereta} * \text{altura} \quad (2)$$

$$1350 \frac{kg}{m^3} * 0,11 m * 1,00 m = 148,50 \frac{kg}{m} \quad (3)$$

Ya teniendo la tabiquería, ahora cálculos el peso del tarrajeo de ambas caras que cubren dicho tabique, como se aprecia en las ecuaciones 4 y 5.

$$2000 \frac{kg}{m^3} * \text{espesor tarrajeo de dos caras} * \text{altura} \quad (4)$$

$$2000 \frac{kg}{m^3} * 0,03m * 1,00 m = 60 \frac{kg}{m} \quad (5)$$

Finalmente hacemos la sumatoria de ambos resultados, y tenemos el peso para 1,00 metro de altura, como dato técnico, tal cual se ve en la ecuación 6.

$$148,50 \frac{kg}{m} + 60 \frac{kg}{m} = 208,50 \frac{kg}{m} \quad (6)$$

Usamos 208,50 kg/m como dato técnico, para un muro de tabiquería y tarrajeo de ambas caras de un 1,00 m de altura, e identificamos los ejes donde exista tabiquería fija según nuestro plano y lo multiplicamos por la altura de sus alfeizar y parapetos respectivos sea el caso.

Para los muros de tabiquería del Eje 3-3 entre ejes A-B-C-D con altura de 2,17 metros, la ecuación 7 nos permite calcular y hallar así el valor de 452,45 kg/m, cabe recalcar que se hizo el procedimiento de regla de tres simple, comparando el valor de 208,50 kg/m para 1,00 metro, comparado con cuanto saldría para 2,17 metros, sea el caso.

$$\frac{208,50 \frac{kg}{m} * 2,17 m}{1,00 m} = 452,45 \frac{kg}{m} \quad (7)$$

Para los muros de tabiquería que contemplan ventanas principales en el Eje 1-1 entre ejes A-B-C-D, con altura de 1,50 metros, la ecuación 8 nos permite calcular y así tener el resultado de 312,75 kg/m, aplicamos de igual forma la regla de tres simple comparando el valor de 208,50 kg/m para 1,00 metro respecto al de 1,50 metros.

$$\frac{208,50 \frac{kg}{m} * 1,50 m}{1,00m} = 312,75 \frac{kg}{m} \quad (8)$$

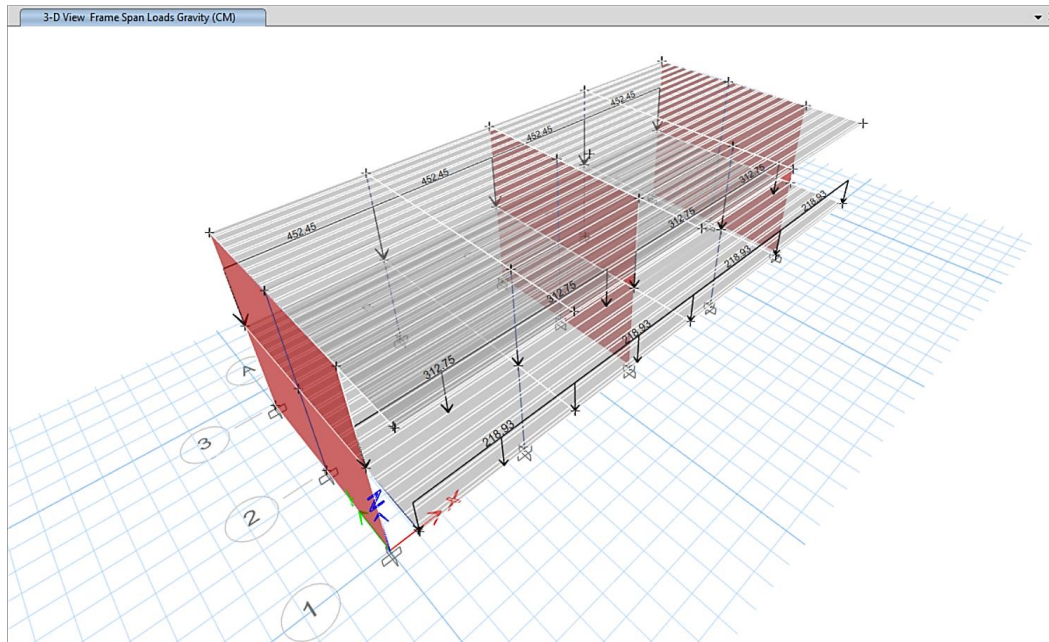
Para el eje del Parapeto del balcón, que tiene una altura de 1,05 metros, según planos arquitectónicos, del mismo modo por regla de tres simple la ecuación 9 nos permite realizar el cálculo y así hallar el valor de 218,93 kg/m.

$$\frac{208,50 \frac{kg}{m} * 1,05 m}{1,00m} = 218,93 \frac{kg}{m} \quad (9)$$

Calculada las todas las cargas, pasamos a asignar estas a las vigas que soporten dichos muros de tabiquería y parapetos en nuestro modelado estructural, como se aprecia en las figuras 35 y 36. Con esta asignación terminaríamos el apartado del modelado respecto a la asignación total de cargas muertas evaluadas en base a nuestro modelo estructural y a los planos arquitectónicos realizados.

Figura 35

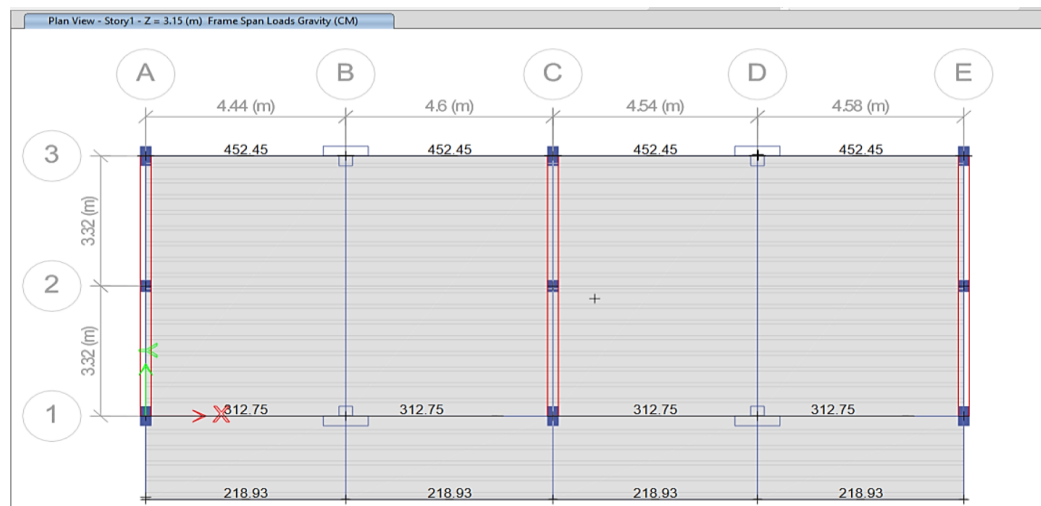
Vista 3D de aplicación de cargas distribuidas en el modelado



Nota. Se aprecia las cargas distribuidas aplicadas en vigas, en una vista 3D del modelado en el software.

Figura 36

Vista en planta de cargas distribuidas aplicadas en el modelado



Nota. Se aprecia en el software en vista en planta, la aplicación de cargas distribuidas en vigas del segundo nivel, correspondiente al bloque B.

4.3.7. Cargas vivas aplicadas

Para esta sección, nos guiamos a base de la norma E.020, en sus apartados donde figura de carga viva del piso y carga viva de techo, en la cual, considerando nuestra

categoría de edificación, definimos las siguientes cargas vivas repartidas usadas en nuestra losa aligerada, las cuales se aprecian en la tabla 28:

Tabla 28

Cargas Vivas Repartidas en Bloque B

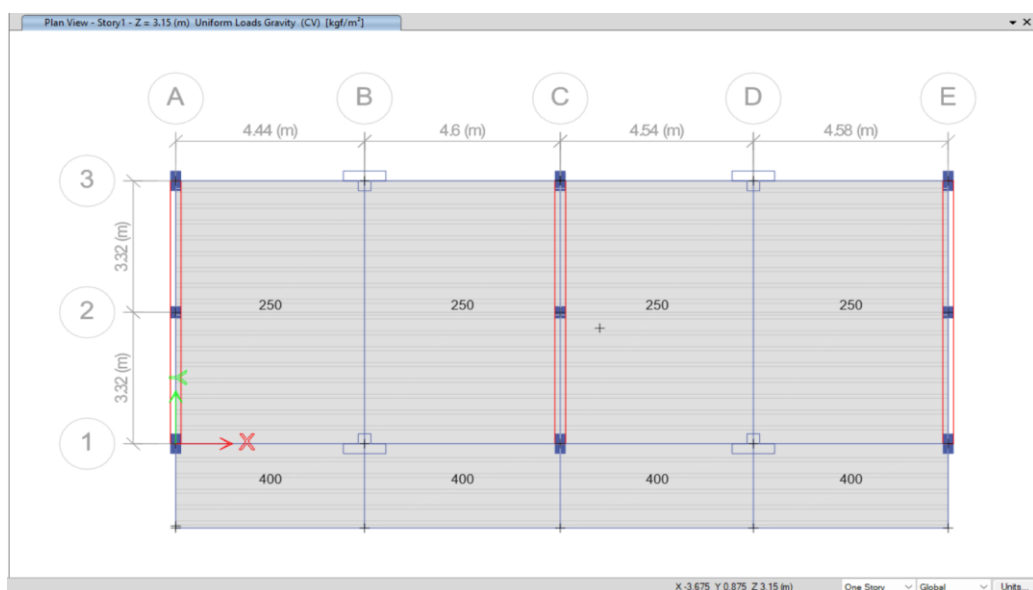
| Ocupación o Uso | Cargas repartidas (kg/m ²) |
|------------------------|--|
| Centros de educación | |
| Aulas | 250 |
| Corredores y escaleras | 400 |
| Techos | 100 |

Nota. Se aprecia todas las cargas muertas repartidas a usar en nuestro bloque B.

Así mismo, una vez definido estas cargas repartidas en la losa aligerada, pasamos a aplicarlo y configurarlo en el modelado estructural del bloque B de nuestra investigación, como se aprecia en las figuras 37 y 38.

Figura 37

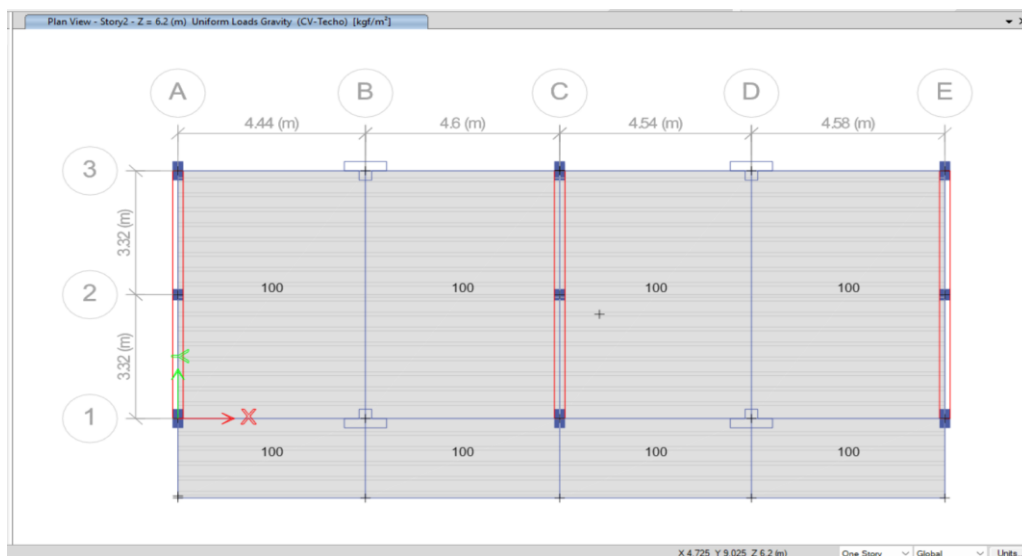
Aplicación de cargas uniformes en piso 2 en el modelado



Nota. Se aprecia la carga uniforme muerta repartida de 250 kg/m² para aulas, aplicado en la losa del segundo piso en el software.

Figura 38

Aplicación de cargas uniformes en azotea en el modelado



Nota. Se aprecia la carga uniforme muerta repartida de 100 kg/m², aplicado en la losa de la azotea en el software.

4.3.8. Estimación de Peso del bloque B

Para la evaluación del peso de la estructura, nos guiamos en base a la norma E.030 en la sección con el nombre de estimación de peso, la cual indica en porcentajes de la carga viva tomada en base a la categoría de la edificación, en nuestro caso es categoría A al ser un centro educativo.

Para nuestra edificación del bloque B, definimos y tomamos los siguientes datos asumidos y lo configuramos en el modelado del ETABS los siguientes porcentajes asumidos de pesos, como se ve en la tabla 29.

Tabla 29

Porcentaje del Peso Sísmico Asumido en Bloque B

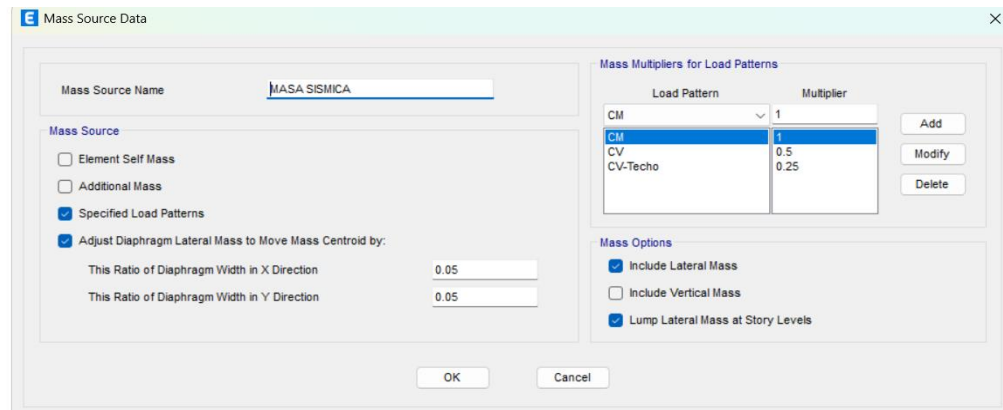
| Descripción | Porcentaje Asumido (%) |
|-----------------------------|------------------------|
| Carga muerta (CM) | 100 |
| Carga viva (CV) | 50 |
| Carga viva techo (CV-Techo) | 25 |

Nota. Se aprecia los porcentajes normativos asumidos para nuestra edificación del bloque B.

En la figura 39, se presenta la configuración de la masa sísmica en el modelo, la cual determinaremos el porcentaje de la misma según indica la normativa.

Figura 39

Configuración en el modelo de masa sísmica



Nota. Se aprecia la aplicación de porcentajes según norma E.030, para el tema de la masa sísmica en el software.

4.3.9. Análisis estático

El análisis estático se define mediante la ecuación 10, que es la cortante basal total, según la norma E.030, en base a los parámetros como la zonificación, tipo de suelo, categoría, uso, etc.

$$V = \frac{Z * U * S * C}{R} * P \quad (10)$$

a. Determinación parámetros sísmicos y coeficiente basal

Asumimos nuestros parámetros de nuestra edificación, también los separamos por direcciones, por el tema de distinto sistema estructural, nos apoyamos para el cálculo de valores en la ecuación 11 que es el coeficiente basal y las ecuaciones 12 y 13 sacadas de la norma E.030, finalmente se ve en resumen en la tabla 30, los parámetros definidos para este estudio.

$$\frac{Z * U * S * C}{R} \quad (11)$$

$$\frac{C}{R} \geq 0,11 \quad (12)$$

$$T = \frac{h_n}{CT} \quad (13)$$

En la tabla 30, se detallan los parámetros sísmicos aplicados en cada dirección de análisis. Esto permite evaluar el comportamiento bidireccional.

Tabla 30*Parámetros sísmicos para cada dirección*

| Coefficientes de parámetros sísmicos | | | |
|--|---------------------|--|---------------------|
| Dirección x | | Dirección y | |
| Zona (Z4) | | Zona (Z4) | |
| Z = | 0,45 | Z = | 0,45 |
| Suelo (S2) | | Suelo (S2) | |
| S = | 1,05 | S = | 1,05 |
| Periodos TP y TL | | Periodos TP y TL | |
| TP = | 0,60 segundos | TP = | 0,60 segundos |
| TL = | 2,00 segundos | TL = | 2,00 segundos |
| P. fundamental(T) | | P. fundamental(T) | |
| Hn = | 6,75 metros | Hn = | 6,75 metros |
| CTx = | 60,00 | CTy = | 60,00 |
| Tx = | 0,11 segundos | Ty = | 0,11 segundos |
| Factor "C" | | Factor "C" | |
| Cx = | 2,50 | Cy = | 2,50 |
| Categoría Edificación (A2). | | Categoría Edificación (A2). | |
| U = | 1,50 | U = | 1,50 |
| Factor "R" | | Factor "R" | |
| la = | 1,00 | la = | 1,00 |
| lp = | 1,00 | lp = | 1,00 |
| Rx = | 8,00 | Ry = | 3,00 |
| Coeficiente ZUSC/R | | Coeficiente ZUSC/R | |
| Zusc/Rx = | 0,22148 | Zusc/Ry = | 0,59063 |
| Cx/Rx = | 0,31250 \geq 0,11 | Cx/Ry = | 0,83333 \geq 0,11 |
| Factor "K" | | Factor "K" | |
| Kx = | 1,00 | Ky = | 1,00 |
| a) Tx \leq 0,5 \rightarrow K = 1 | | a) Ty \leq 0,5 \rightarrow K = 1 | |
| b) Tx > 0,5 \rightarrow K = (0,75+0,50*T) \leq 2 | | b) Ty > 0,5 \rightarrow K = (0,75+0,50*T) \leq 2 | |

Nota. Se aprecia los resultados calculados en una hoja Excel, en base a los parámetros sísmicos del coeficiente basal para cada dirección del bloque B.

Así mismo teniendo los parámetros sísmicos, calculamos el coeficiente basal ZUSC/R, que como se ve en la tabla 30, en eje X sale 0,22148 y en eje Y 0,59063, estos se colocaran en el software posteriormente para el análisis estático.

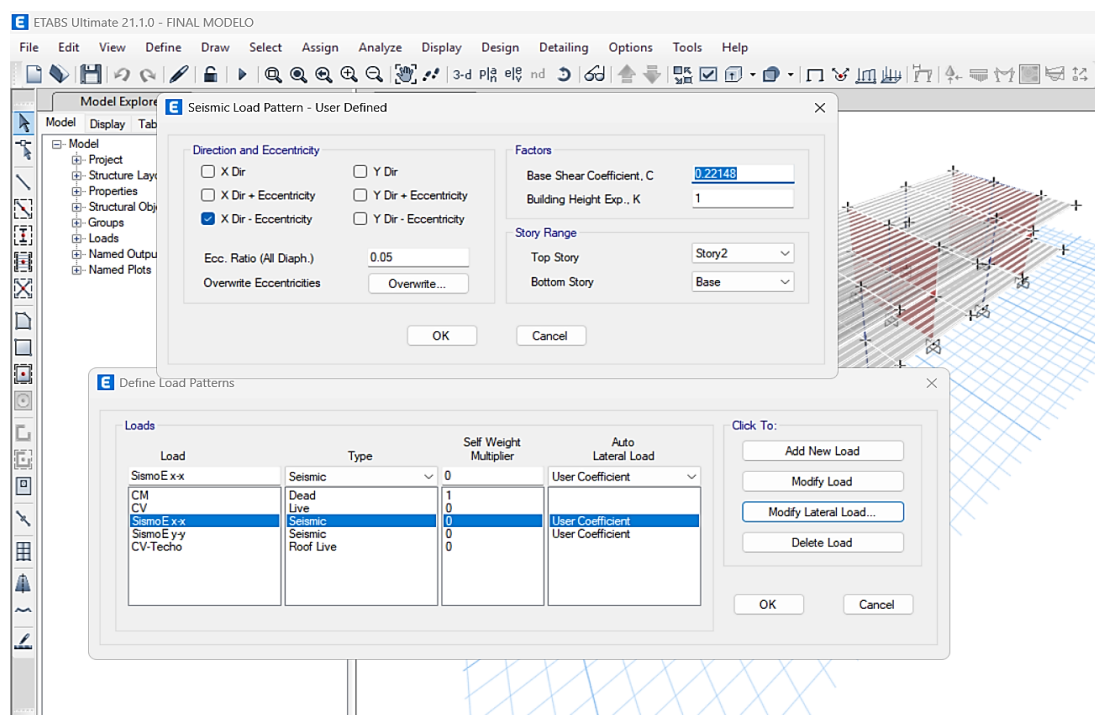
Para culminar cabe aclarar que dentro de los parámetros definidos de la tabla 30, respecto a los asuntos de coeficientes de irregularidad de planta, irregularidad en altura y factor de reducción “R” del eje X que depende de su sistema estructural, se hizo la verificación respectiva, ya que estos datos pueden variar, pero ya se definió y el sustento de dichos datos será hablado en los siguientes apartados posteriores a este, con los títulos de verificaciones de irregularidades y sistema estructural.

b. Uso de coeficiente basal en el software ETABS.

Pasamos a colocar el dato de coeficiente basal calculado con anterioridad, en nuestras cargas creadas de sismo estáticos en cada dirección, como se aprecia en las figuras 40 y 41, con esto terminamos el análisis estático.

Figura 40

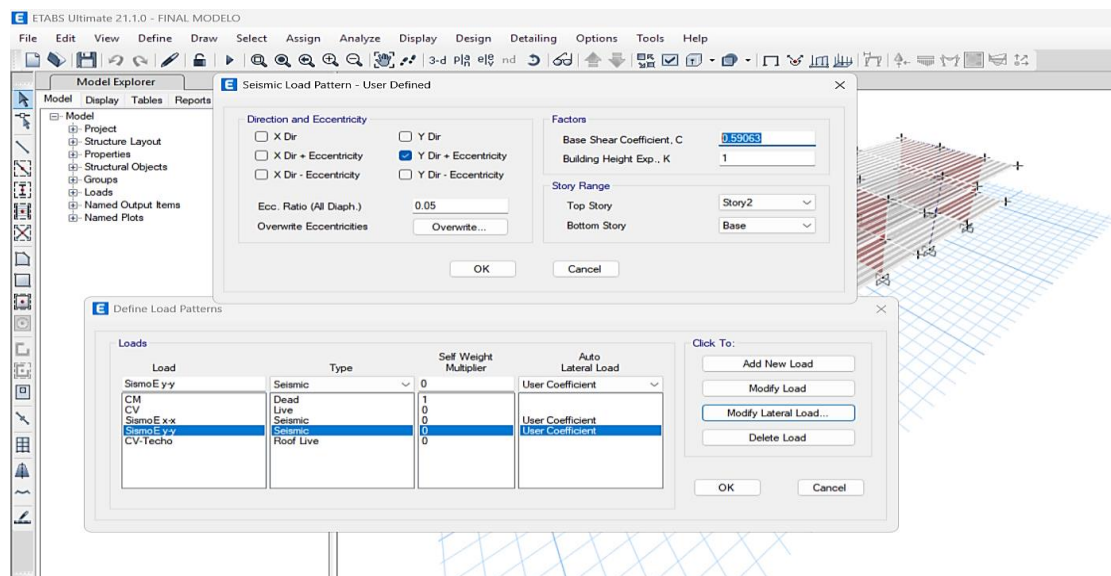
Coeficiente basal aplicado al modelo para eje x



Nota. Se aprecia el uso de coeficiente basal en el software de valor 0,22148, para el eje X.

Figura 41

Coeficiente basal aplicado en el modelado para eje y



Nota. Se aprecia el uso de coeficiente basal en el software de valor 0,59063, para el eje Y.

4.3.10. Verificación de Irregularidad en planta

Verificamos cada criterio, para determinar si es o no irregular nuestra edificación, cabe aclarar que la misma norma no permite irregularidades en nuestra categoría de edificación, por lo tanto, tendría que ser regular. Se procedió a analizar cada apartado de irregularidad respecto al tema de planta.

a. Irregularidad torsional

Para verificar la torsión, verificamos las ratios en el software, y también nos basamos en las ecuaciones 14 y 15, que proviene al criterio de interpretación de la norma E.030.

$$\frac{\Delta_{max}}{hi} > 1,3 \frac{\Delta_{promedio}}{hi} \quad (14)$$

$$\frac{\Delta_{max}}{hi} > 0,5 \left(\frac{\Delta}{h} \right)_{permissible} \quad (15)$$

Como se ve en la figura 42, el software nos brinda los ratios y máximos desplazamientos del sismo estático, analizando estos, se evidencia que el eje Y, está casi al límite, pero no superando el valor de 1,30 de ratio, entonces no habría irregularidad, pero se observa este punto, ya que no debe existir en nuestra categoría de edificación irregularidad. Esto además nos quiere decir que está muy rigidizado más ese eje de la edificación respecto al otro.

Figura 42

Visualización en el modelado de tabla de ratios

| E Story Max Over Avg Drifts | | | | | | | |
|---|--------|--------------------|-----------|------------|-------------|---------------------------|-------|
| File Edit Format-Filter-Sort Select Options | | | | | | | |
| Units: As Noted | | Hidden Columns: No | | Sort: None | | Story Max Over Avg Drifts | |
| Filter: None | | | | | | | |
| | Story | Output Case | Case Type | Direction | Max Drift m | Avg Drift m | Ratio |
| | Story2 | SismoE XX | LinStatic | X | 0.004715 | 0.004688 | 1.006 |
| | Story2 | SismoE YY | LinStatic | Y | 0.001139 | 0.000876 | 1.3 |
| | Story1 | SismoE XX | LinStatic | X | 0.003766 | 0.00374 | 1.007 |
| ▶ | Story1 | SismoE YY | LinStatic | Y | 0.001408 | 0.001085 | 1.299 |

Nota. Se aprecia los datos de ratios de todos los pisos con el sismo estático, brindado por el software.

b. Irregularidad torsional extrema

Aquí solo varia la condición de la ecuación 14, cambiando de 1,3 a 1,5 respectivamente, como se refleja en la ecuación 16, la ecuación 15 se mantiene igual para este criterio, pero como no existe torsión del apartado anterior, queda descartado la extrema de esta.

$$\frac{\Delta_{max}}{h_i} > 1,5 \frac{\Delta_{promedio}}{h_i} \quad (16)$$

c. Esquinas entrantes

Nuestra geometría de nuestra edificación es rectangular, no presenta ni aplica este criterio de esquinas entrantes.

d. Discontinuidad del diafragma

Nuestra existe ductos o tragaluces en nuestras losas aligeradas, concluimos que no presente discontinuidad de diafragma.

e. Sistemas no paralelos

No se presenta ni aplica este punto, porque nuestros elementos estructurales son perpendiculares, paralelos y no presentan inclinaciones de los mismos respecto a otros ejes.

4.3.11. Verificación de Irregularidad en altura

Al igual que se hizo en la verificación en planta, se procedió a analizar cada apartado de irregularidad respecto al tema de altura que indica la norma E.030.

a. Irregularidad de rigidez – Piso blando

Se analizó el concepto del apartado de la norma, el cual establece dos condiciones sobre la rigidez lateral de entrepisos, las cuales se ven plasmadas en las ecuaciones 17 y 18, también nos indica la fórmula de la rigidez, que se ve en la ecuación 19.

$$K_i < 0,7 K_{i+1} \quad (17)$$

$$K_i < 0,8 * \frac{K_{i+1} + K_{i+2} + K_{i+3}}{3} \quad (18)$$

$$K_i(\text{Rigidez}) = \frac{V_i(\text{cortante})}{\Delta e_i(\text{Desplazamiento de cada nivel})} \quad (19)$$

En el software ETABS, nos facilita hallar la rigidez de cada piso, como se ve en la figura 43, en el cual nos apoyamos en estos resultados y así analizarlo en base a las condiciones establecidas en las ecuaciones descritas anteriormente, cabe aclarar que usaremos el sismo estático como caso de carga.

Figura 43

Tabla de datos de Rigidez total brindado por el modelado

| Story | Output Case | Case Type | Shear X tonf | Drift X m | Stiff X tonf/m | Shear Y tonf | Drift Y m | Stiff Y tonf/m |
|--------|-------------|-----------|-----------------|--------------|-------------------|-----------------|--------------|-------------------|
| Story2 | SismoE XX | LinStatic | 61.5268 | 0.004658 | 13208.156 | 0 | 2.7E-05 | 0 |
| Story1 | SismoE XX | LinStatic | 110.347 | 0.003724 | 29627.93 | 0 | 3.5E-05 | 0 |
| Story2 | SismoE YY | LinStatic | 0 | 7.6E-05 | 0 | 123.0537 | 0.000855 | 143951.277 |
| Story1 | SismoE YY | LinStatic | 0 | 5.8E-05 | 0 | 220.694 | 0.001053 | 209538.81 |

Nota. Se ve el cuadro resumen de la rigidez de todos los pisos, brindando por el programa.

En las tablas 31 y 32, se presentan los valores de rigidez por niveles y su respectiva verificación según indique la normativa.

Tabla 31*Rigidez por Pisos en el Bloque B*

| Descripción | Eje | Cortante (ton) | Desplazamiento (m) | Rigidez (ton/m) |
|-------------|-----|----------------|--------------------|-----------------|
| Piso 2 | X | 61,5268 | 0,004658 | 13208,156 |
| Piso 1 | X | 110,347 | 0,003724 | 29627,93 |
| Piso 2 | Y | 123,0537 | 0,000855 | 143951,277 |
| Piso 1 | Y | 220,694 | 0,001053 | 209538,81 |

Nota. Se ve los datos para verificación de cortantes y desplazamientos, que, dividiendo estos dos primeros, dan respuesta al dato de rigidez.

Verificando los resultados, concluimos que no se presenta irregular de rigidez, ya que no cumple con las condiciones descritas del 70 % de rigidez lateral de entrepiso superior, la estructura se considera regular con valor de (Ia) de 1.

Tabla 32*Verificación de Rigidez del Bloque B en base a la normativa*

| Descripción | Eje | Rigidez (ton/m) | Condición de rigidez 0,7 del K_{i+1} (ton/m) | Verificación $K_i < 0,7 K_{i+1}$ |
|----------------------|-----|-----------------|--|----------------------------------|
| Piso 2 (K_{i+1}) | X | 13208,156 | 9245,7092 | No cumple |
| Piso 1 (K_i) | X | 29627,93 | | |
| Piso 2 (K_{i+1}) | Y | 143951,277 | 100765,8939 | No cumple |
| Piso 1 (K_i) | Y | 209538,81 | | |

Nota. Se aprecia la condición de verificación del 70 % de piso superior para el tema de irregularidad de rigidez.

b. Irregularidad extrema de rigidez

Aquí se aplica la misma interpretación descrita y analizada en el apartado anterior, solo varía los porcentajes de las condiciones, como se aprecia mejor en las ecuaciones 20 y 21, pero al no presentarse irregularidad de rigidez en piso blando, queda automáticamente descartada el tema de extrema.

$$K_i < 0,6 K_{i+1} \quad (20)$$

$$K_i < 0,7 * \frac{K_{i+1} + K_{i+2} + K_{i+3}}{3} \quad (21)$$

c. Irregularidad de resistencia – Piso débil

Para que varíen las resistencias, depende si varía las condiciones de un piso a otro respecto a la resistencia del concreto, las dimensiones de los elementos estructurales o los estribos, lo cual en nuestro estudio no sucede, se concluye que no existe irregularidad en este punto.

d. Irregularidad extrema de resistencia

Si no existe irregularidad de resistencia en piso débil, queda descartado este apartado de la extrema.

e. Irregularidad de masa o peso

Se habla de que el peso de un piso no debe ser mayor a 1,50 veces el peso de los pisos adyacentes, tanto inferiores y superiores, como se aprecia mejor en la condición de la ecuación 22, no se considera las azoteas para evaluación en este apartado.

$$M_i > 1,50 M_{i\pm 1} \quad (22)$$

El software nos facilita el dato de masas de cada piso, el cual se aprecia en la figura 44 los valores, concluimos al solo tener dos pisos con sobrecargas casi similares, poca variación de altura y aunado a esto el piso 2 ser azotea, no se aplica dicho criterio, por ende, no existe irregularidad de masa.

Figura 44

Tabla de masas por piso del modelado

| E Mass Summary by Story | | | | |
|---|--------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| File Edit Format-Filter-Sort Select Options | | | | |
| Units: As Noted | | Hidden Columns: No | | Sort: None |
| Filter: None | | | | |
| | Story | UX tonf-s ² /m | UY tonf-s ² /m | UZ tonf-s ² /m |
| ▶ | Story2 | 15.61737 | 15.61737 | 0 |
| | Story1 | 24.39067 | 24.39067 | 0 |
| | Base | 2.31729 | 2.31729 | 0 |

Nota. Se ve el peso total de masas por piso, brindado por el programa.

f. Irregularidad geométrica vertical

Esto sucede cuando el área techada de un piso a otro varia, no aplica en azoteas, en nuestra geometría de nuestro bloque B, no presenta variación de área techada, concluimos que no existe irregularidad.

g. Discontinuidad de los sistemas estructurales

Sucede cuando hay variación de elementos estructurales, ósea cambian de tamaño en un piso respecto al piso superior, analizamos y concluimos que no presente irregularidad ya que nuestro bloque B evaluado de la institución presenta los elementos estructurales verticales uniformes, extendiéndose desde la base hasta la planta alta del edificio.

h. Discontinuidad extrema de los sistemas estructurales

Se descarta este apartado ya que no se presentó discontinuidad en el apartado anterior, por ende, se descarta la extreme.

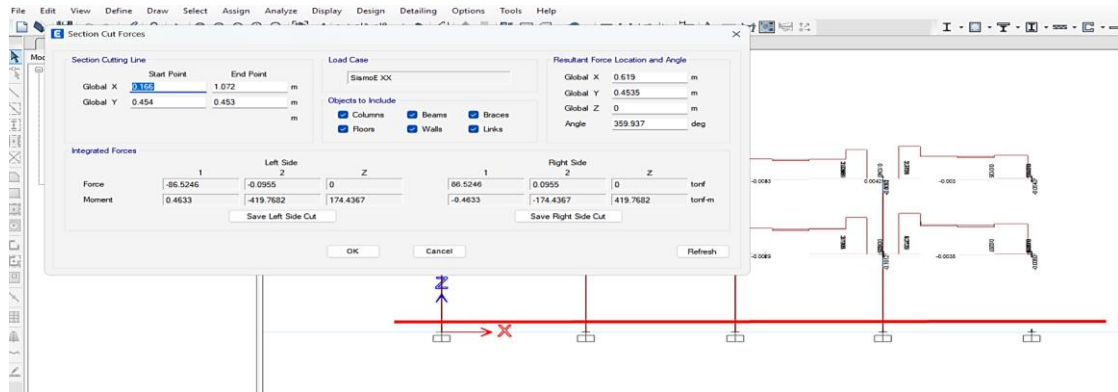
4.3.12. Verificación de sistema estructural por Cortante basal

Nos apoyamos del software para hacer un corte en la base con el caso del sismo estático dirección X, y así verificar que tipo de sistema estructural prevalece y ya con esto definir el factor de reducción "R", este tema se analiza en base a cuanto de porcentaje de cortante se lleva los elementos estructurales, respecto al eje Y ya se determinado como albañilería.

Como se logra apreciar en la figura 45, la cortante total es 86,5246 toneladas y las columnas son las que se llevan la mayor parte de esta, como se ve en la figura 46, con un valor de 80,5316 toneladas que representa casi un 93 % respecto al total, por ende, se considera un sistema de pórticos para el eje X.

Figura 45

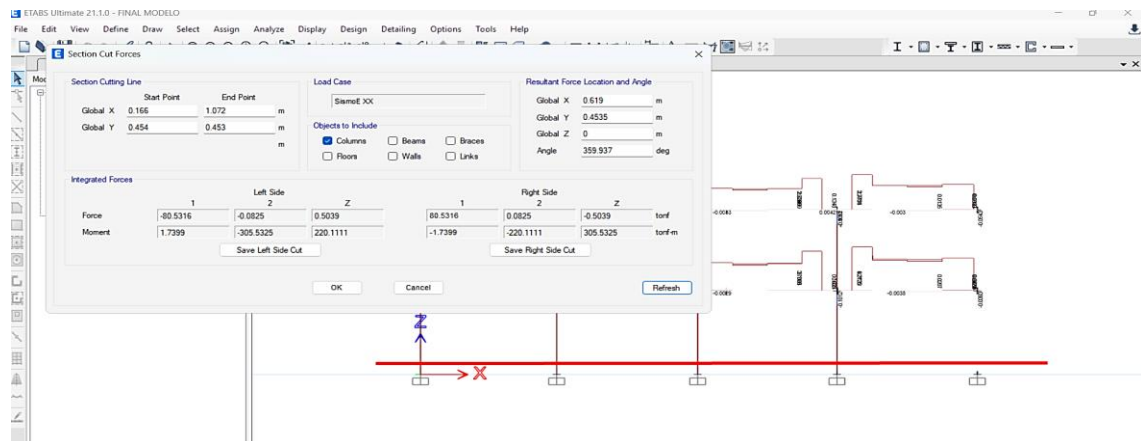
Aplicación de Cortante basal en el modelado



Nota. Verificación de fuerza cortante total basal, en eje X, con un resultado de 86,5246 toneladas.

Figura 46

Verificación de fuerza cortante basal en columnas



Nota. Se aprecia cuanto de cortante se lleva solo las columnas en el eje X, teniendo un valor de 80,5316 toneladas.

Cabe aclarar que la norma E.030, en el apartado de categoría y sistema estructural de edificaciones, para un A2 en zona 4 solo deben ser duales o muros de concreto armado, pórticos no se permite, aunado a esto cuando se verifico in situ la columna T, no se considera como una placa, ya que no superaba los 1,20 metros de longitud, además su armado de acero como se ve en la figura 47, pertenece a una columna, sin evidencia los elementos de borde ni del alma que tiene una placa.

Figura 47

Armado de aceros de columna T in situ del bloque B



Nota. Se observa que el armado de acero en la azotea de la columna en forma de T, no se aprecia ninguna configuración en los aceros en forma de elementos de borde ni del alma, que lleva una placa de concreto armado.

4.3.13. Análisis dinámico

Como ya se culminó y verificado los parámetros de diseño establecidos en el análisis estático, pasamos a considerar estos mismos, variando solo en la fórmula que en vez de peso de la edificación será gravedad, tal cual se aprecia mejor en la ecuación 23 y nos apoyamos en el software para realizar dicho proceso de todo el análisis.

$$S_a = \frac{Z * U * C * S}{R} * g \quad (23)$$

a. Creación del espectro de diseño

Al tener en cada eje distintos sistemas estructurales respecto al otro, creamos dos espectros de diseño en el software tanto para eje X y eje Y, tal cual se aprecia en las figuras 48,49 y 50, ponemos los datos de parámetros ya definidos.

Figura 48

Creación de espectros de respuesta en el modelo

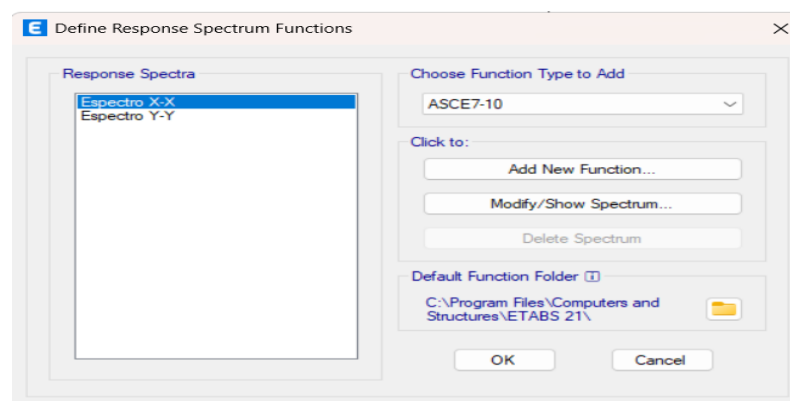
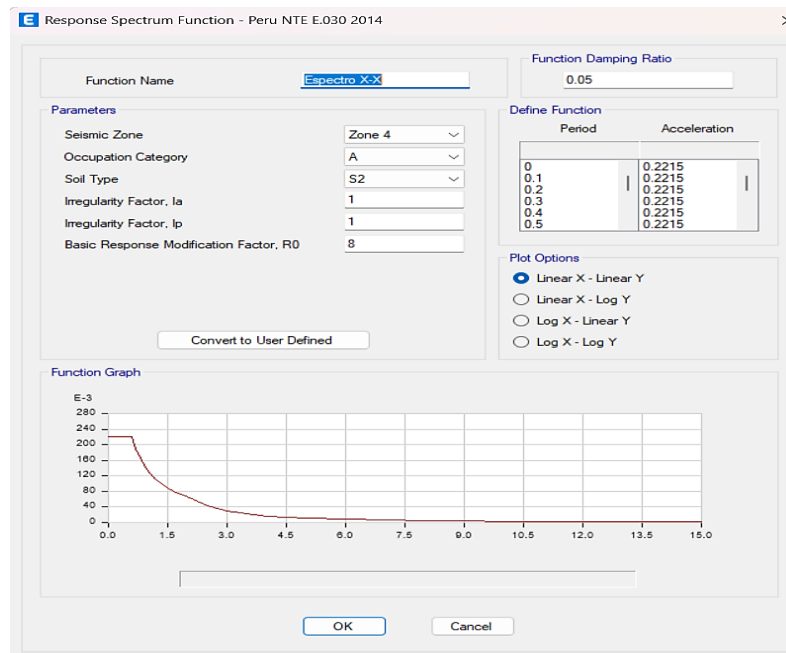


Figura 49

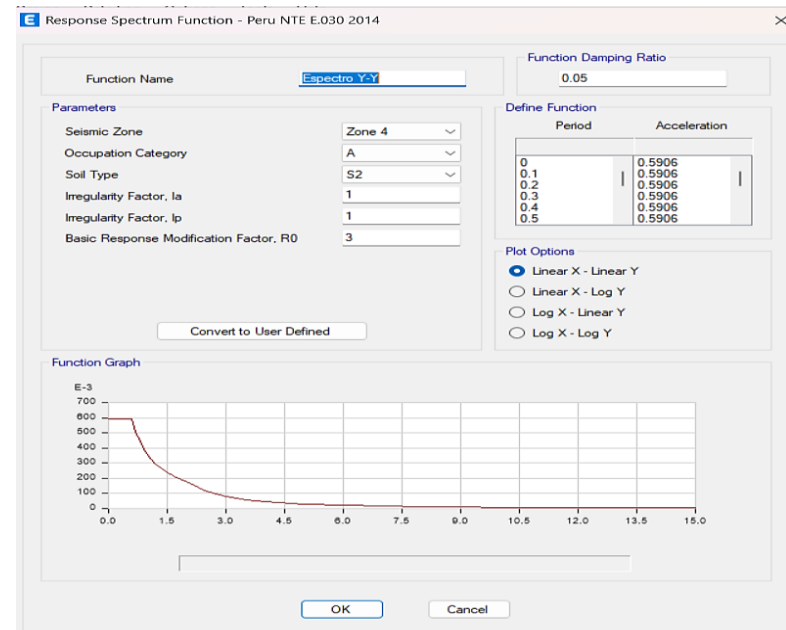
Configuración de espectro de diseño en eje X para el modelo



Nota. Se observa la configuración y creación en el software de la función de espectro de respuesta en eje X.

Figura 50

Configuración de espectro de diseño en eje Y para el modelo



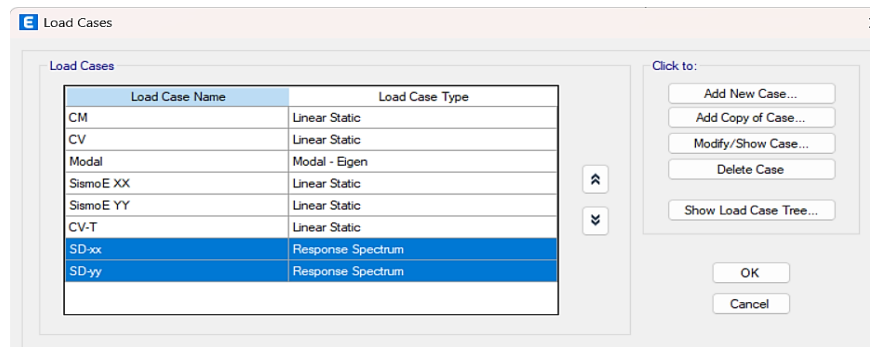
Nota. Se observa la configuración y creación en el software de la función de espectro de respuesta en eje Y.

b. Creación de casos de cargas sísmicas

Creamos 2 cargas de sismos dinámicos para cada dirección, como se ve en las figuras 51, 52 y 53, configuramos sus parámetros en función a sus espectros de respuesta.

Figura 51

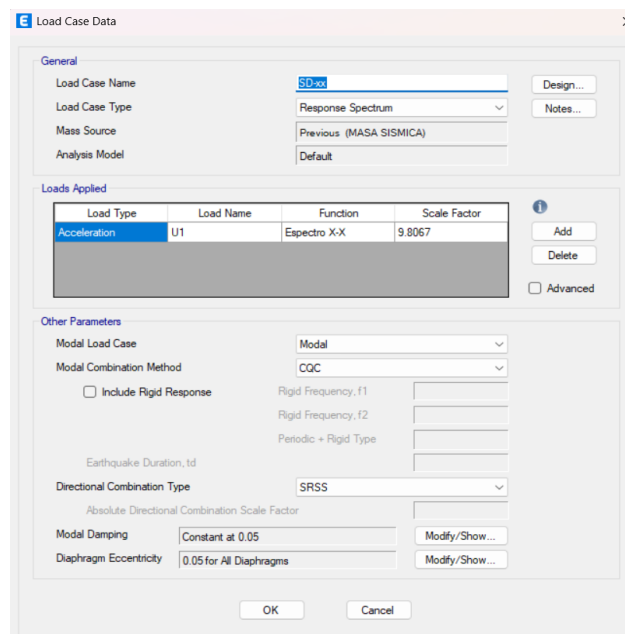
Creación de casos de sismo dinámico en el modelo



Nota. Se observa la configuración y creación de los sismos dinámicos para eje X y para eje Y con respuesta de espectro.

Figura 52

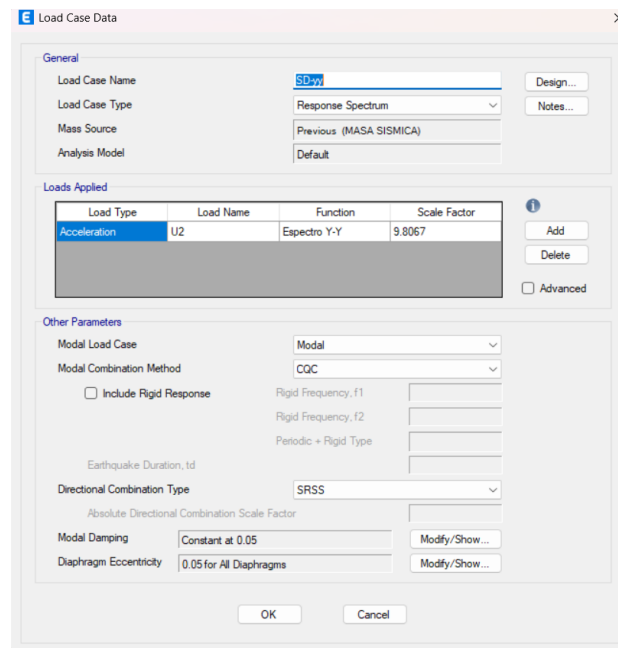
Configuración del sismo dinámico en eje X



Nota. Se observa la configuración del sismo dinámico en eje X, con la asignación de espectro de respuesta en eje X, U1 y más el factor de gravedad de 9,8067.

Figura 53

Configuración del sismo dinámico en eje Y



Nota. Se observa la configuración del sismo dinámico en eje Y, con la asignación de espectro de respuesta en eje Y, U2 y más el factor de gravedad de 9,8067.

c. Creación de combo de carga de derivas

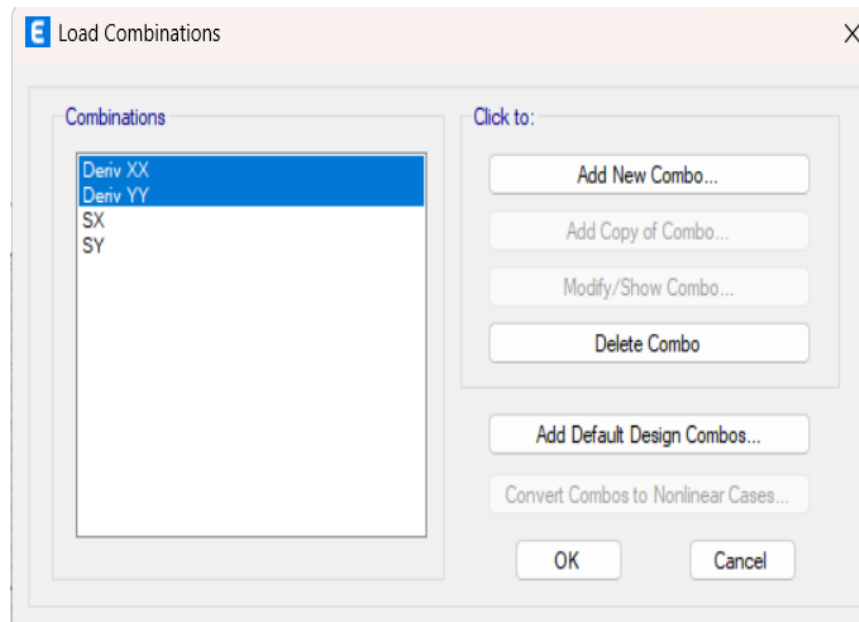
Creamos un combo en caso de carga con la nomenclatura de derivas, para cada dirección, como se ve en las figuras 54,55 y 56, en cada una realizamos el factor de escala que nos indica la norma E.030 para una estructura regular, la cual nos apoyamos en las ecuaciones 24 y 25 para mejor apreciación. Finalmente teniendo estos valores, pasamos a colocarlos en el software, como se ve en las figuras 69 y 70 respectivamente.

$$0,75 * R \rightarrow 0,75 * 8 = 6,00 \quad (24)$$

$$0,75 * R \rightarrow 0,75 * 3 = 2,25 \quad (25)$$

Figura 54

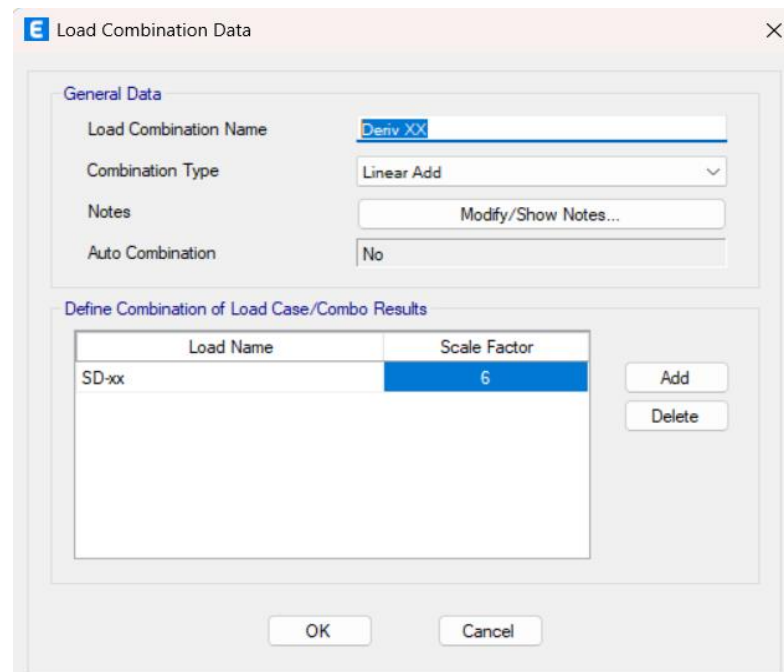
Creación de combo de carga para derivas



Nota. Creación de combos de caso en el software de derivas X-X y deriva Y-Y para colocación de factor de escala posteriormente.

Figura 55

Configuración del caso de deriva X en el modelo



Nota. Se observa la colocación del factor de escala en el software de valor 6 para el eje X, con caso de carga de deriva X-X.

Figura 56

Configuración del caso de deriva Y en el modelo

Nota. Se observa la colocación del factor de escala en el software de valor 2,25 para el eje Y, con caso de carga de deriva Y-Y.

4.3.14. Análisis modal espectral

Tomamos un total de 6 modos de vibración para nuestro modelado, se considera 3 modos de vibración por cada piso, según indica la norma E.030, también aunado a lo último, se recomienda que los modos de vibración de los 2 primeros, su traslación sea bien en dirección X o dirección Y, y el modo 3 en dirección Z. A continuación, presentamos en las figuras 57,58,59 y 60, todos los modos de vibración del edificio, donde se resaltan los 3 primeros modos de vibración predominantes con sus periodos más su traslación respectiva predominante de dirección.

Figura 57

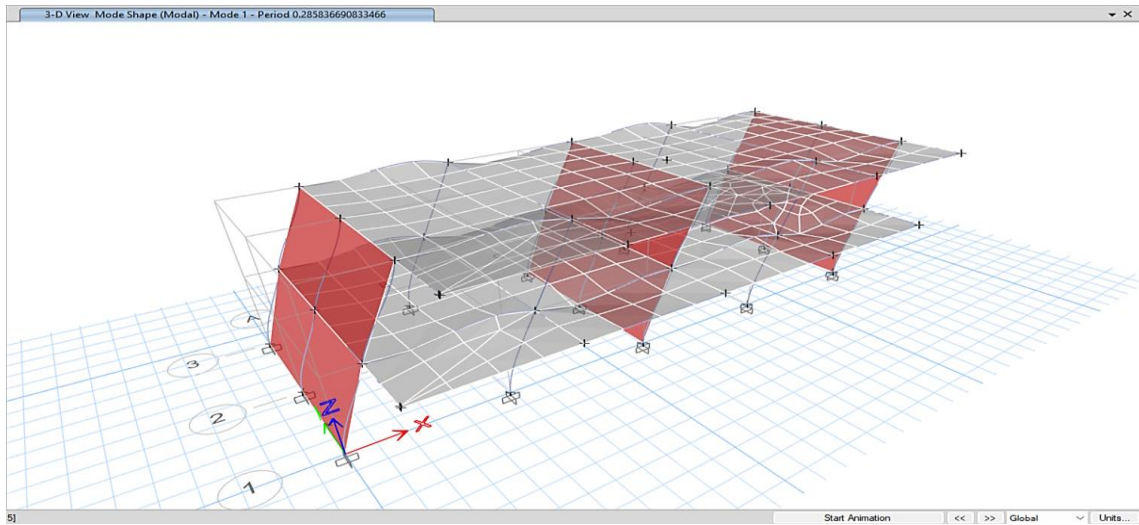
Modo de vibración del modelo del bloque B

| Modal Participating Mass Ratios | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|-------|--------------------|---------------|------------|-----------|----|--------|-----------|-------|-----------|-----------|--------|
| File | Edit | Format-Filter-Sort | Select | Options | | | | | | | | |
| Units: As Noted | | Hidden Columns: No | | Sort: None | | | | | | | | |
| Filter: None | | | | | | | | | | | | |
| | Case | Mode | Period sec | UX | UY | UZ | SumUX | SumUY | SumUZ | RX | RY | RZ |
| | Modal | 1 | 0.286 | 0.8524 | 8.264E-07 | 0 | 0.8524 | 8.264E-07 | 0 | 0 | 0.2729 | 0.0002 |
| | Modal | 2 | 0.103 | 1.283E-05 | 0.8265 | 0 | 0.8524 | 0.8265 | 0 | 0.1627 | 8.468E-07 | 0.0994 |
| ▶ | Modal | 3 | 0.084 | 0.0003 | 0.0946 | 0 | 0.8527 | 0.9211 | 0 | 0.0187 | 0.0006 | 0.8255 |
| | Modal | 4 | 0.08 | 0.1473 | 4.384E-05 | 0 | 1 | 0.9211 | 0 | 2.474E-05 | 0.7265 | 0.0005 |
| | Modal | 5 | 0.039 | 4.526E-06 | 0.0697 | 0 | 1 | 0.9908 | 0 | 0.7206 | 2.283E-05 | 0.009 |
| | Modal | 6 | 0.033 | 1.303E-05 | 0.0092 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0.0979 | 0.0001 | 0.0654 |

Nota. Se aprecia el cuadro resumen de todos los modos de vibración del bloque B, destacando los 3 primeros modos, en el cuales hay desplazamientos, en el modal 1 en el eje X y en el modal 2 en el eje Y, por último, en el modal 3 hay rotación en el eje Z.

Figura 58

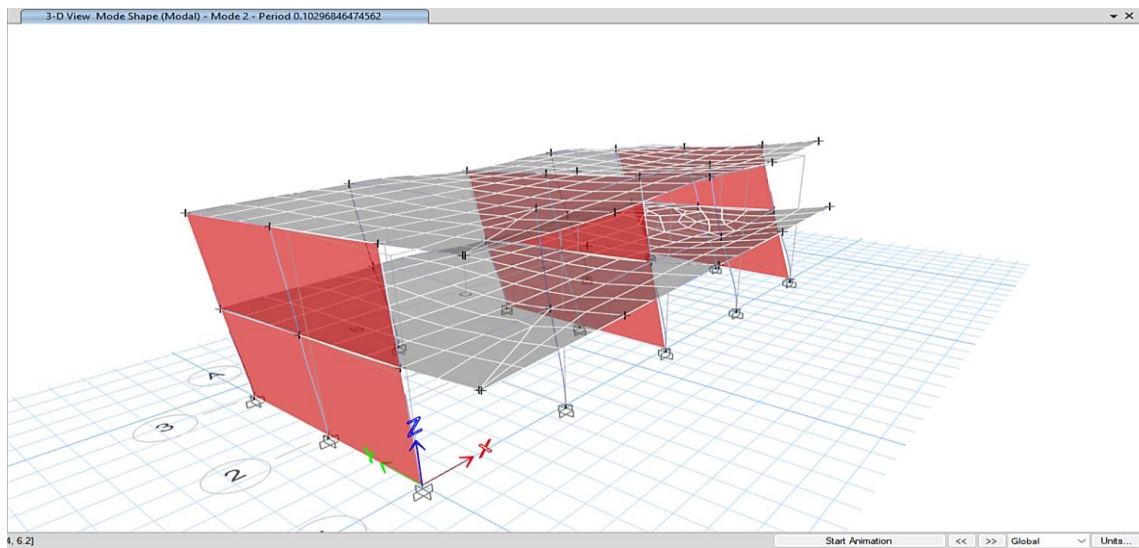
Periodo de vibración en modo 1



Nota. Se observa el modo de vibración del modal 1 en dirección X, con un periodo de 0,2858 segundos.

Figura 59

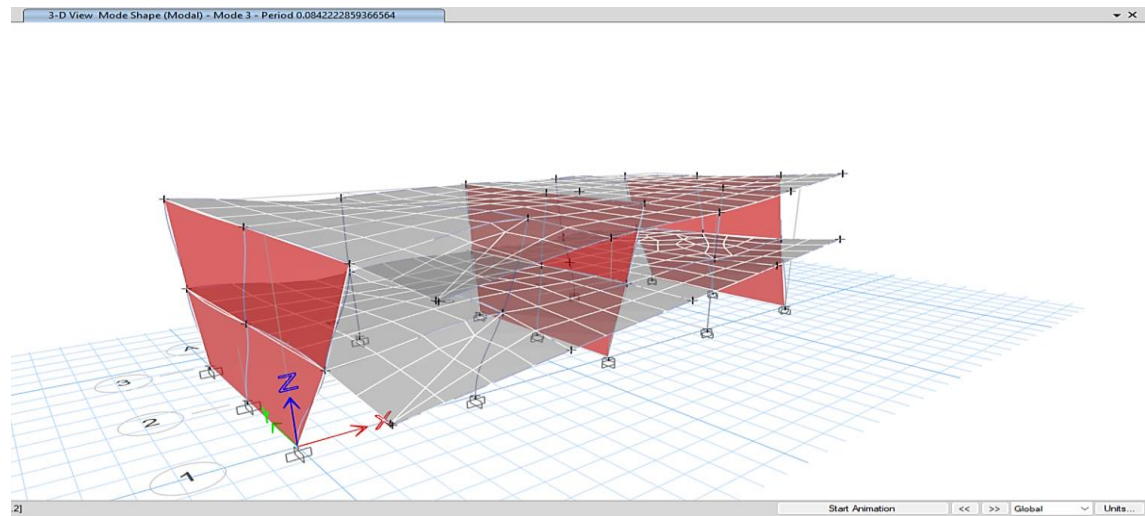
Periodo de vibración en modo 2



Nota. Se observa el modo de vibración del modal 2 en dirección Y, con un periodo de 0,1029 segundos.

Figura 60

Periodo de vibración en modo 3



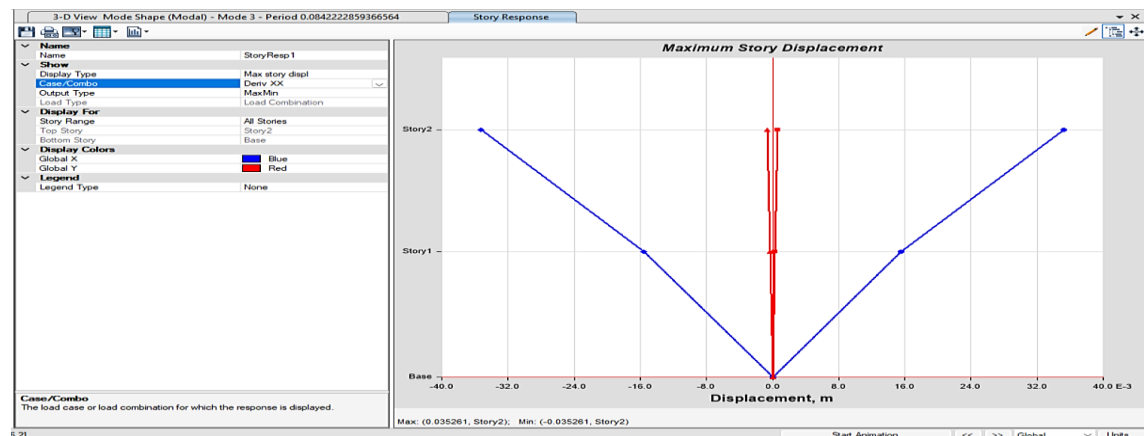
Nota. Se observa el modo de vibración del modal 3 en dirección Z, con un periodo de 0,0842 segundos.

4.3.15. Desplazamientos para separación entre edificios

Analizamos los máximos desplazamientos en centímetros, a partir del combo de derivas creado en los apartados anteriores, pasamos a revisar en el software y nos arroja los resultados que se ve en la figura 61, este punto nos ayuda para el tema de separación de edificios, más exacto sobre el tema de junta sísmica, solo verificamos el eje x porque tiene como colindantes otros bloques educativos en ese sentido, como se evidencio en el plano de ubicación realizado y que se adjunta en los anexos.

Figura 61

Diagrama de desplazamiento lateral máximo en eje X



Nota. Se aprecia por el software el resultado máximo del desplazamiento en eje X, que arroja 0,035261.

En la tabla 33, se muestran los desplazamientos laterales obtenidos del análisis. Estos resultados permiten verificar el desempeño estructural.

Tabla 33

Desplazamientos Laterales Máximos del Bloque B

| Descripción | Eje | Desplazamiento (m) | Desplazamiento (cm) |
|-------------|-----|--------------------|---------------------|
| Piso 2 | X | 0,035261 | 3,5261 |

Nota. Se aprecia el resultado máximo del desplazamiento en eje X.

Teniendo el valor de desplazamiento máximo de $\Delta_1 = 3,5261$ cm, verificamos lo que nos indica la normativa respecto a los criterios, nos apoyamos para el análisis en las ecuaciones 26,27,28 y 29, consideramos nuestra altura de edificios de 6,75 metros, indicado en el plano de arquitectura.

$$s = 0,006 * h \geq 0,03 \text{ m} \quad (26)$$

$$s = 0,006 * 6,75 \text{ m} \rightarrow 0,04 \text{ m} \rightarrow 4,00 \text{ cm} \quad (27)$$

$$S_{L1} \geq \frac{2}{3} \Delta_1 = 2,35 \text{ cm} \quad (28)$$

$$S_{I1} \geq \frac{s}{2} = 2,00 \text{ cm} \quad (29)$$

Se concluye que entre edificios debe haber 4 centímetros, como separación y el bloque B debe retirarse 2,35 cm de su lado. En el campo se visualizó juntas de 1 pulgada o 2,54 cm de separación entre bloques, lo que indica que cumple en este criterio el bloque B.

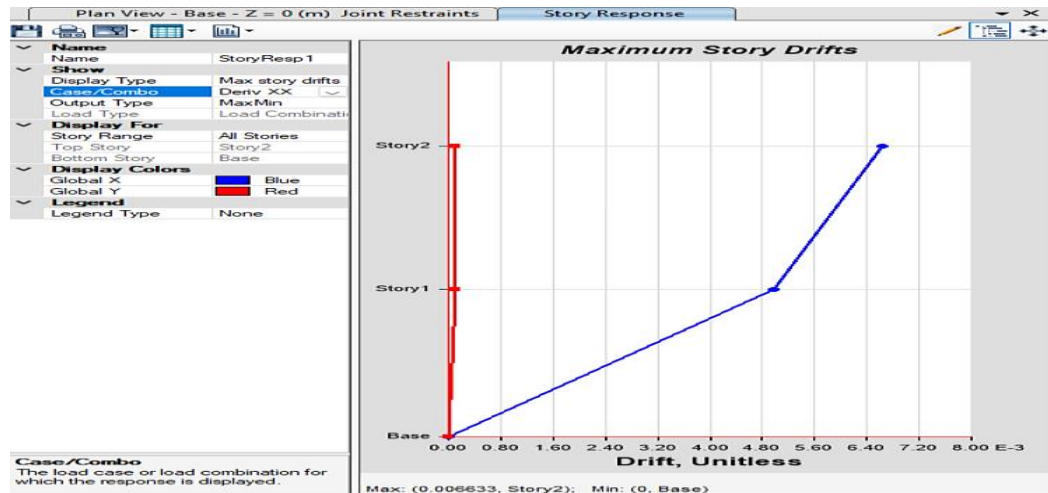
4.3.16. Evaluación de distorsiones

Como se mencionó en el apartado de análisis dinámico, se creó el un combo de derivas, ya definidas con su factor de escala, entonces pasamos a procesar y correr el software ETABS, y los resultados hallados los pasamos a verificar con los parámetros o límites que estable la norma E.030 según el sistema estructural en cada eje.

En las figuras 62 y 63, se aprecia las derivas de distorsión de piso máximas de nuestra edificación para ambas direcciones, sea X o Y.

Figura 62

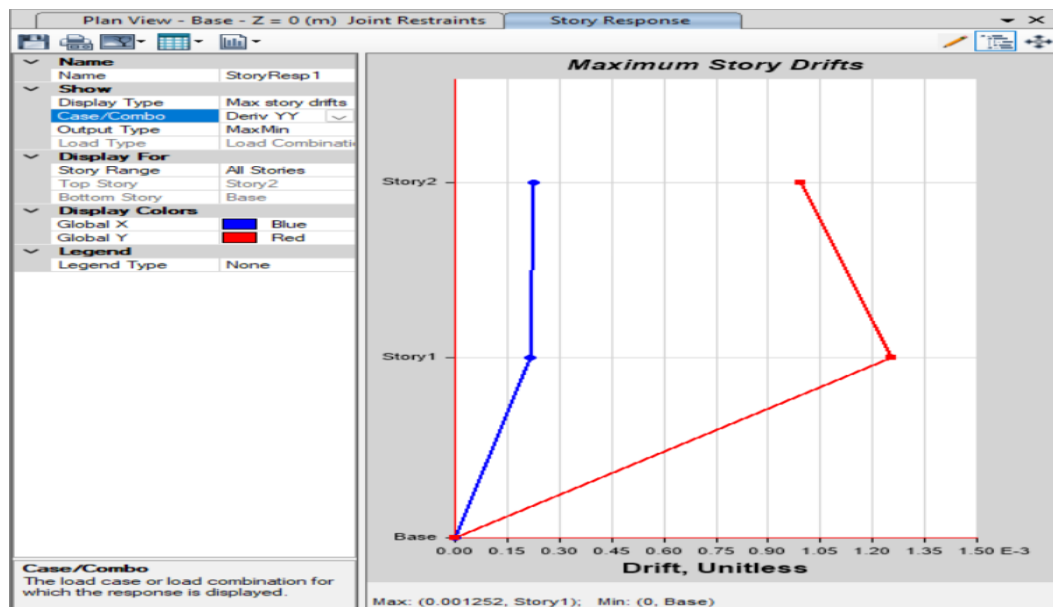
Diagrama de derivas para eje X



Nota. Se aprecia los resultados máximos de derivas en eje X en el piso 2, con un valor de 0,006633 en piso 2.

Figura 63

Diagrama de derivas para eje Y



Nota. Se aprecia los resultados máximos de derivas en eje Y en el piso 1, con un valor de 0,001252, en piso 1.

En la figura 64 se presentan las derivas totales obtenidas en el análisis, para el eje X, y en la figura 65 se aprecia los resultados de derivas para la dirección Y.

Figura 64

Tabla de derivas totales para eje X del modelado

| | Story | Output Case | Case Type | Step Type | Direction | Drift | Label | X m | Y m | Z m |
|---|--------|-------------|-------------|-----------|-----------|----------|-------|--------|--------|--------|
| ▶ | Story2 | Deriv XX | Combination | Max | X | 0.006633 | 19 | 18.16 | -2.13 | 6.2 |
| | Story2 | Deriv XX | Combination | Min | X | 0.006633 | 19 | 18.16 | -2.13 | 6.2 |
| | Story1 | Deriv XX | Combination | Max | X | 0.004972 | 8 | 9.04 | 0 | 3.15 |
| | Story1 | Deriv XX | Combination | Min | X | 0.004972 | 8 | 9.04 | 0 | 3.15 |

Nota. Se aprecia los resultados por el software de todas las derivas para el eje X.

Figura 65

Tabla de derivas totales para eje Y del modelado

| | Story | Output Case | Case Type | Step Type | Direction | Drift | Label | X m | Y m | Z m |
|---|--------|-------------|-------------|-----------|-----------|----------|-------|--------|--------|--------|
| | Story2 | Deriv YY | Combination | Max | X | 0.000228 | 19 | 18.16 | -2.13 | 6.2 |
| | Story2 | Deriv YY | Combination | Max | Y | 0.000993 | 19 | 18.16 | -2.13 | 6.2 |
| | Story2 | Deriv YY | Combination | Min | X | 0.000228 | 19 | 18.16 | -2.13 | 6.2 |
| | Story2 | Deriv YY | Combination | Min | Y | 0.000993 | 19 | 18.16 | -2.13 | 6.2 |
| | Story1 | Deriv YY | Combination | Max | X | 0.000218 | 7 | 9.04 | 6.64 | 3.15 |
| ▶ | Story1 | Deriv YY | Combination | Max | Y | 0.001252 | 13 | 18.16 | 3.32 | 3.15 |
| | Story1 | Deriv YY | Combination | Min | X | 0.000218 | 7 | 9.04 | 6.64 | 3.15 |
| | Story1 | Deriv YY | Combination | Min | Y | 0.001252 | 13 | 18.16 | 3.32 | 3.15 |

Nota. Se aprecia los resultados por el software de todas las derivas para el eje Y.

En la tabla 34, se presentan las derivas máximas obtenidas para ambas direcciones de análisis del modelo estructural, sea en dirección X y en dirección Y.

Tabla 34

Derivas de Entrepiso Máximos del Bloque B

| Descripción | Dirección | Max Drift (0,75*R) | <Limite E0.30 | Condición |
|-------------|-----------|--------------------|---------------|-----------|
| Piso 2 | X | 0,006633 | 0,007 | Cumple |
| Piso 1 | Y | 0,001252 | 0,005 | Cumple |

Nota. Se aprecia los resultados y verificación normativa de derivas para el eje X como el eje Y, los mismos que cumplen, pero en el eje X se encuentra próximo al límite normativo.

4.3.17. Fuerza cortante mínima

Para finalizar el apartado de resultados, realizamos la verificación de córtate mínima requerida, establecida de la norma E.030, que indica en forma puntual que la cortante del primer nivel del análisis modal, en este caso análisis dinámico, tiene que ser al mayor igual al 80 % o hasta 90 % del valor de la cortante del análisis estático.

Pasamos a sacar los resultados de las cortantes en el software, y filtramos con los casos de carga de sismo estático y dinámico para ambas direcciones, los resultados arrojados por el programa se ve en la figura 66, luego de la verificación respectiva, se cumple la condición porque tenemos en eje X que la cortante dinámica es 74,9061 toneladas, que es mayor al valor 69,21976 toneladas del 80 % del sismo estático, de igual forma en el eje Y para la cortante dinámica de valor de 197,0597 toneladas, que supera al valor de 184,5912 toneladas del 80 % del sismo estático, por consecuencia no necesita un factor de escala y se asume como valor 1 en el software, la comprobación de condición de dichos valores se ve en resumen en la tabla 35.

Figura 66

Fuerzas cortantes de sismo estático y dinámico del modelo

| E Base Reactions | | | | | | | | | | | | |
|---|-------------|-------------|-----------|------------|------------|------------|--------------|--------------|--------------|--------|--------|--------|
| File Edit Format-Filter-Sort Select Options | | | | | | | | | | | | |
| Units: As Noted Hidden Columns: No Sort: None | | | | | | | | | | | | |
| Filter: None | | | | | | | | | | | | |
| | Output Case | Case Type | Step Type | FX tonf | FY tonf | FZ tonf | MX tonf-m | MY tonf-m | MZ tonf-m | X m | Y m | Z m |
| | SismoE XX | LinStatic | | -86.5247 | 0 | 0 | 0 | -419.7684 | 213.6757 | 0 | 0 | 0 |
| | SismoE YY | LinStatic | | 0 | -230.739 | 0 | 1119.414 | 0 | -2511.3568 | 0 | 0 | 0 |
| | SD-xx | LinRespSpec | Max | 74.9061 | 0.3816 | 0 | 1.783 | 366.034 | 247.1306 | 0 | 0 | 0 |
| | SD-yy | LinRespSpec | Max | 1.0176 | 197.0597 | 0 | 937.0254 | 3.23 | 2481.1015 | 0 | 0 | 0 |

Nota. Se aprecia los resultados por el software de las fuerzas cortantes en la base del sismo estático y sismo dinámico.

Tabla 35

Verificación de Cortantes(C) Estática y Dinámica

| Casos | (C) eje X (Ton) | (C) eje Y (Ton) | 80 % (C) S-E x-x (Ton) | 80 % (C) S-E y-y (Ton) | Condición: (C) S-D ≥ 80 % S-E |
|---------|--------------------|--------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------------|
| S-E x-x | -86,5247 | 0,0000 | -69,21976 | - | - |
| S-E y-y | 0,0000 | -230,739 | - | 184,5912 | - |
| S-D x-x | 74,9061 | 0,3816 | - | - | Cumple |
| S-D y-y | 1,0176 | 197,0597 | - | - | Cumple |

Nota. Se aprecia la verificación y cumplimiento de condición de fuerzas cortantes según E030.

CAPITULO V: DISCUSIÓN

La hipótesis general de la investigación establece que “El Bloque B de la Institución Educativa Parroquial Santa Cruz presenta una respuesta sísmica adecuada y cumple con los criterios establecidos en la Norma Técnica E.030, debido a que su configuración estructural y las propiedades mecánicas de sus materiales mantienen las derivas y demandas sísmicas dentro de los límites normativos, garantizando así un buen comportamiento estructural seguro ante sismos”. A la cual respondemos que el bloque B si presenta una respuesta sísmica adecuada y una buena propiedad en sus elementos estructurales, pero hay observaciones respecto a algunos parámetros que establece la normativa E.030, este en su sistema estructural en el eje X, al ser un sistema de concreto armado de pórticos, no cumple con el sistema estructural normado, ya que las instituciones educativas al ser A2 en categoría, la norma especifica bien que para zona 4,3 y 2, no se permiten el sistema estructural de pórticos, solo está permitido el sistema dual y muros de concreto armado, esto lo indica en el artículo 17, titulado categorización y sistemas estructurales y en su tabla número 6 de la normativa. También otra observación, en la irregularidad en planta, en el apartado de irregularidad torsional, según lo evaluado en nuestra investigación, está casi al límite permisible en el eje Y con un valor 1,3 como se mostró en el apartado de resultados, esto indica que está muy rígido el eje Y respecto al eje X, y que puede existir torsión posiblemente, basándonos lo que indica la normativa E.030, según el artículo 21, titulado restricciones a la irregularidad y en su tabla número 10, indica para edificaciones de A2 en zonas 4,3,2 no se permiten irregularidades, en consecuente a nuestra interpretación decimos que para cualquier tipo de institución educativa, estas deben ser siempre “edificaciones regulares” y no presentar ninguno tipo de irregularidad, ya que de ser el caso, estaría incumpliendo y no se ajustaría a los requisitos de diseño sismorresistentes establecidos en la normativa peruana vigente.

La primera hipótesis específica de la presente investigación, plantea que “las derivas laterales máximas del bloque B se mantienen por debajo del valor límite establecido en la norma E.030, lo que evidencia un desempeño estructural aceptable y una capacidad adecuada para resistir eventos sísmicos”, en consecuencia, se obtiene como resultado que las derivas laterales máximas del bloque B para la dirección o eje X-X es de 0,006633 en el piso número 2, para la dirección o eje Y-Y obtuvimos 0,001252 en el piso número 1 según el análisis y evaluación sísmica, si bien cumple con lo

normativo, pero su capacidad de deformación ante un sismo esta casi al límite y su margen de seguridad esta reducido, esto también generara aumento del porcentaje a la posibilidad de grietas en los elementos no estructurales durante un sismo de gran magnitud.

La segunda hipótesis específica de la presente investigación plantea que “las propiedades de los elementos estructurales del bloque B, determinados mediante ensayos no destructivos, son adecuados y cumplen con los valores requeridos para la óptima respuesta sísmica”, por lo cual se usó el ensayo de esclerometría aplicado a las columnas y vigas, se evaluaron las propiedades mecánicas del concreto a partir de quince muestras representativas. De este procedimiento y aplicando interpolación o tabulación en el ábaco, se obtuvo las resistencias y el promedio total de estas, dando una resistencia de $f'c = 200,67 \text{ kg/cm}^2$, adoptándose para el análisis estructural un valor de $f'c = 210,00 \text{ kg/cm}^2$ para usos prácticos al ser el valor más cercano, los resultados obtenidos muestran valores que cumplen con lo establecido en la normativa vigente, reflejando que los elementos estructurales mantienen un adecuado comportamiento y capacidad portante.

Finalmente, la tercera hipótesis de la presente investigación plantea que “la configuración estructural del bloque B de la institución educativa Parroquial Santa Cruz evidencia características que garantizan un nivel de vulnerabilidad sísmica bajo, asegurando un comportamiento estructural adecuado ante eventos sísmicos de magnitud moderada.”, en consecuencia, se realizó mediante el método FEMA 154 una inspección visual que arrojó un valor de 3,30, correspondiente a un nivel bajo de vulnerabilidad estructural. Este resultado indica que presenta un adecuado comportamiento sísmico y cumple con las condiciones mínimas de seguridad estructural, sin evidenciar deficiencias significativas que comprometan su estabilidad. No obstante, con el propósito de corroborar estos resultados y obtener una apreciación más detallada del desempeño estructural, se efectuó un análisis computarizado por ETABS, lo que permitió confirmar que la edificación responde de manera satisfactoria ante las acciones sísmicas consideradas.

CONCLUSIONES

El bloque B de la institución educativa parroquial Santa Cruz, presenta un buen comportamiento sísmico respecto al modelado en el software y los criterios estructurales de la norma E.030, pero en los parámetros establecidos por la norma en mención, se presentan observaciones respecto a sus condiciones, si bien no cumple como es el caso del sistema estructural en el eje X, y presenta aspectos cercanos a los límites permisibles normativos, como son las derivas máximas de entrepiso y la irregularidad torsional.

El análisis sísmico del bloque B mediante el modelo en el software ETABS revela derivas laterales de entrepiso máximas de 0,006633 (dirección X-X, piso 2) y 0,001252 (dirección Y-Y, piso 1), valores que satisfacen el límite de 0,007 y 0,005 correspondientemente, tanto para concreto armado y albañilería según la Norma E.030, referidos a sistemas de concreto armado y albañilería confinada. Sin embargo, el valor del eje X-X se encuentra próximo al límite permisible, lo que refleja un margen de seguridad limitado. Esta condición incrementa el riesgo de agrietamiento en elementos no estructurales durante sismos severos, confirmando parcialmente la hipótesis de desempeño aceptable, pero con advertencias sobre la vulnerabilidad de la estructura ante deformaciones cercanas al umbral normativo.

Los ensayos no destructivos de esclerometría aplicados en columnas y vigas del Bloque B permitieron determinar un $f'c = 200,67 \text{ kg/cm}^2$ adaptando para el análisis estructural un valor de $f'c = 210,00 \text{ kg/cm}^2$ el concreto presenta una resistencia promedio que cumple con los valores exigidos por la normativa vigente. Por tanto, los elementos estructurales conservan una adecuada capacidad portante, reflejando condiciones aceptables de calidad y uniformidad del material.

La evaluación de vulnerabilidad sísmica mediante el método FEMA 154 arrojó un valor de 3,30, correspondiente a un nivel bajo de vulnerabilidad estructural. Esto indica que el Bloque B posee un comportamiento sísmico satisfactorio y cumple con las condiciones mínimas de seguridad estructural; no obstante, la aplicación complementaria del análisis computacional permitió confirmar la confiabilidad del resultado y respaldar la seguridad de la edificación ante posibles eventos sísmicos.

RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar una verificación periódica del comportamiento estructural del Bloque B, especialmente en la dirección del eje X, debido a que las derivas obtenidas en el análisis se encuentran cercanas al límite permisible establecido por la Norma E.030. Esta práctica permitirá identificar oportunamente posibles incrementos de deformación que comprometan la seguridad ante sismos severos.

Asimismo, se sugiere complementar los análisis computacionales con inspecciones técnicas posteriores a eventos sísmicos moderados o fuertes, con el fin de evaluar el estado de elementos no estructurales susceptibles a agrietamientos por deformación lateral. Esta medida contribuirá a preservar las condiciones de seguridad y funcionalidad del bloque.

Del mismo modo, se recomienda mantener un control de calidad del concreto en futuras intervenciones o ampliaciones, considerando los resultados obtenidos mediante la esclerometría, los cuales reflejan una resistencia adecuada pero que requiere seguimiento para asegurar la uniformidad y desempeño del material en el tiempo.

A la Institución Educativa Parroquial Santa Cruz, se recomienda evaluar la implementación de medidas de refuerzo o mejora estructural en el Bloque B, enfocadas en incrementar la rigidez en la dirección del eje X para reducir el riesgo asociado a derivas cercanas al límite normativo. Además, se aconseja establecer un plan de monitoreo estructural preventivo que permita garantizar la seguridad del personal y estudiantes ante futuros eventos sísmicos.

Finalmente, a futuros tesis, se recomienda profundizar en la integración de ensayos no destructivos, análisis mediante software especializado y evaluaciones de vulnerabilidad sísmica, a fin de generar investigaciones más completas y comparativas entre diferentes edificaciones educativas. Esto permitirá desarrollar estudios con mayor rigor técnico y aportar conocimiento útil para la mejora continua de la seguridad estructural en la región.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

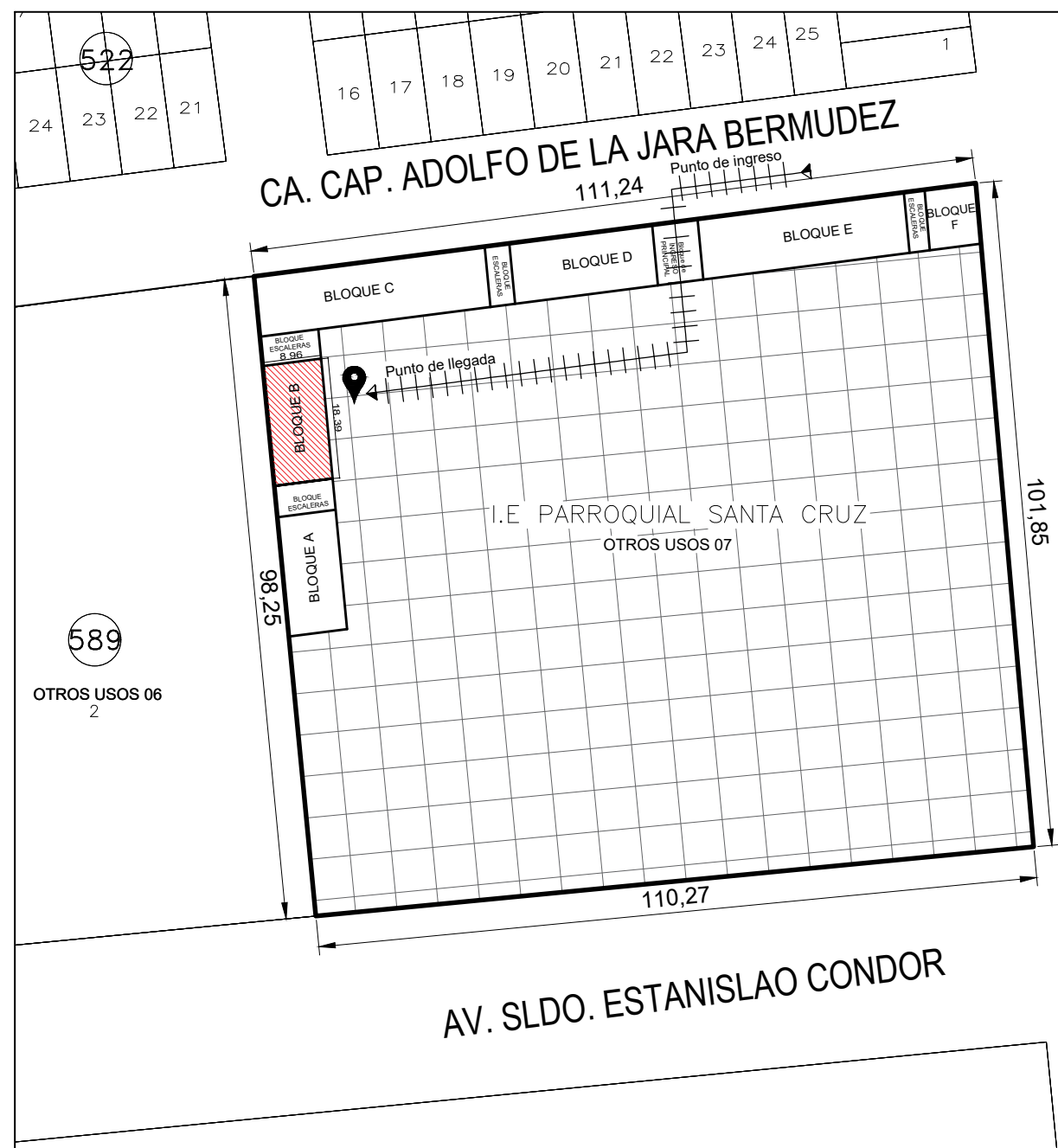
- Chávez, R., & Vega, L. (2019). *Evaluación estructural y vulnerabilidad sísmica de edificaciones mediante el método FEMA 154*. Universidad Nacional de Ingeniería.
- Chino, L., & Meza, J. (2023). *Evaluación estructural sísmica de la capilla principal de la Iglesia Nacional Evangélica Los Amigos del Perú (INELA), Tacna – 2023* [Tesis de pregrado, Universidad Privada de Tacna]. Repositorio Institucional UPT. <https://repositorio.upt.edu.pe>
- Chopra, A. K. (2017). *Dynamics of structures: Theory and applications to earthquake engineering* (5th ed.). Pearson Education.
- Computers and Structures, Inc. (2023). *ETABS 19 – Integrated Building Design Software*. CSI Berkeley. <https://www.csiamerica.com/products/etabs>
- Federal Emergency Management Agency (FEMA). (2015). *Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards (FEMA P-154)*. U.S. Department of Homeland Security.
- Guzmán, F. (2022). *Modelo integral para la evaluación y rehabilitación de edificaciones escolares existentes en la Región Metropolitana de Chile*. Universidad de Chile.
- Instituto Geofísico del Perú (IGP). (2022). *Sismicidad y zonas de subducción en el territorio peruano*. Lima: IGP.
- Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI). (2021). *Guía técnica para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica de edificaciones esenciales*. Lima: INDECI.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2020). *Norma Técnica E.020: Cargas*. Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2020). *Norma Técnica E.030: Diseño Sismorresistente*. Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2020). *Norma Técnica E.060: Concreto armado*. Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2020). *Norma Técnica E.070: Albañilería*. Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú.

- Mucha, R. (2019). *Evaluación estructural sismorresistente de un pabellón de la Institución Educativa Santa Ana – Junín*. Universidad Nacional del Centro del Perú.
- Pacompia, R., Condori, J., & Cahuana, L. (2023). *Evaluación estructural del bloque académico de una institución educativa en Tacna mediante métodos no destructivos*. Universidad Privada de Tacna.
- Paredes, J. (2018). *Evaluación estructural de una institución educativa bajo normativa sismorresistente*. Universidad Nacional de Ingeniería.
- Pizarro, M., López, A., & Torres, D. (2021). *Evaluación rápida de vulnerabilidad sísmica en instituciones educativas de Mendoza mediante los métodos Benedetti-Petrini y FEMA P-154*. Universidad Nacional de Cuyo.
- Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP). (2020). *Manual de ingeniería estructural: comportamiento sísmico y diseño*. Fondo Editorial PUCP.
- Quiroz, M., & Soto, A. (2020). *Análisis estructural con ETABS para edificaciones de concreto armado en zonas sísmicas del sur del Perú*. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.
- Tavera, H. (2020). *Características sismotectónicas del sur del Perú y comportamiento de la Placa de Nazca*. Instituto Geofísico del Perú.
- Vargas, J., & Lazo, C. (2021). *Evaluación de derivas y desempeño estructural según la norma E.030 en edificaciones de concreto armado*. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.
- Velazco, C., & Rodríguez, M. (2024). *Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de instituciones educativas públicas en el distrito de La Molina mediante análisis pushover*. Universidad Nacional de Ingeniería.
- Wyser, R. (2019). *Evaluación de vulnerabilidad sísmica en edificaciones escolares construidas por la Sociedad Constructora de Establecimientos Educativos (SCEE) en Concepción y San Antonio, Chile*. Universidad de Concepción.

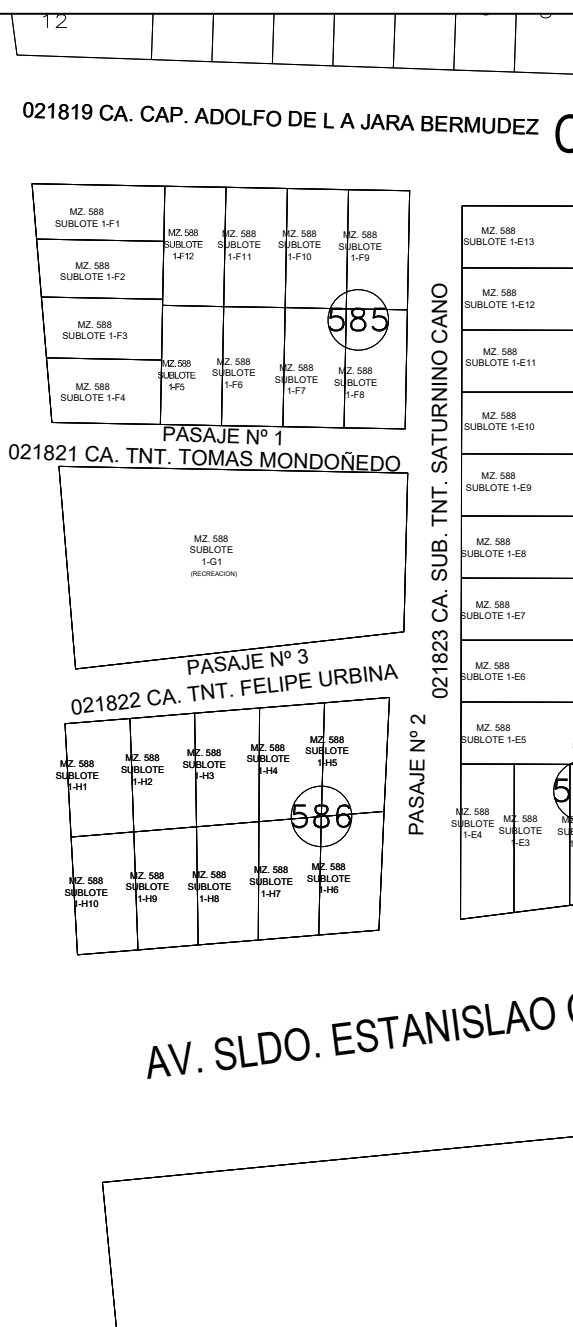
ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia

| Problema | Objetivos | Hipótesis | Variables | Indicador | Metodología |
|---|---|--|---|---|--|
| <p>Problema general</p> <p>¿Cuál es la respuesta sísmica del Bloque B de la Institución Educativa Parroquial Santa Cruz, ubicado en el distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa, Tacna, 2025, de acuerdo con los criterios establecidos en la Norma Técnica E.030?</p> | <p>Objetivo general</p> <p>Evaluar estructuralmente el Bloque B de la Institución Educativa Parroquial Santa Cruz, ubicado en el distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa, Tacna, 2025, para determinar su respuesta sísmica de acuerdo con los criterios establecidos en la Norma Técnica E.030.</p> | <p>Hipótesis general</p> <p>El Bloque B de la Institución Educativa Parroquial Santa Cruz presenta una respuesta sísmica adecuada y cumple con los criterios establecidos en la Norma Técnica E.030, debido a que su configuración estructural y las propiedades mecánicas de sus materiales mantienen las derivas y demandas sísmicas dentro de los límites normativos, garantizando así un buen comportamiento estructural seguro ante sismos.</p> | <p>Variable independiente</p> <p>Evaluación estructural del bloque B de la institución educativa Parroquial Santa Cruz.</p> | <p>Indicador</p> <p>Pórticos, dual, muros estructurales y albañilería confinada.</p> <p>Resistencia del concreto (fc).</p> <p>Secciones y alturas físicas (cm).</p> | <p>Metodología</p> <p>Tipo de investigación: Investigación básica</p> <p>Nivel de investigación: Descriptivo Explicativo</p> |
| <p>Problemas específicos</p> <p>¿Cuáles son las derivas laterales máximas del bloque B de la institución educativa Parroquial Santa Cruz, conforme a los criterios establecidos en la norma E.030?</p> <p>¿Cuáles son las propiedades mecánicas de los elementos estructurales del bloque B de la institución educativa Parroquial Santa Cruz, determinadas mediante ensayos no destructivos y análisis correspondiente?</p> <p>¿Cuál es el nivel de vulnerabilidad sísmica del bloque B de la institución educativa Parroquial Santa Cruz, según su configuración estructural?</p> | <p>Objetivos específicos</p> <p>Determinar las derivas laterales máximas del bloque B de la institución educativa Parroquial Santa Cruz conforme a los criterios establecidos en la norma E.030.</p> <p>Determinar y analizar las propiedades mecánicas de los elementos estructurales mediante ensayos no destructivos del bloque B de la institución educativa Parroquial Santa Cruz.</p> <p>Determinar el nivel de vulnerabilidad sísmica del bloque B de la institución educativa Parroquial Santa Cruz a partir de su configuración estructural.</p> | <p>Hipótesis específicas</p> <p>Las derivas laterales máximas del bloque B se mantienen por debajo del valor límite establecido en la norma E.030, lo que evidencia un desempeño estructural aceptable y una capacidad adecuada para resistir eventos sísmicos.</p> <p>Las propiedades mecánicas de los elementos estructurales del bloque B, determinados mediante ensayos no destructivos, son adecuados y cumplen con los valores requeridos para la óptima respuesta sísmica.</p> <p>La configuración estructural del bloque B de la institución educativa Parroquial Santa Cruz evidencia características que garantizan un nivel de vulnerabilidad sísmica bajo, asegurando un comportamiento estructural adecuado ante eventos sísmicos de magnitud moderada.</p> | <p>Variable dependiente</p> <p>Respuesta o comportamiento sísmico del bloque B de la institución educativa Parroquial Santa Cruz.</p> | <p>Indicador</p> <p>Periodo fundamental de vibración (Segundo).</p> <p>Derivas máximas de entrepiso (adimensional).</p> <p>Desplazamiento lateral máximo (cm).</p> <p>Nivel de vulnerabilidad bajo, medio y alto.</p> | <p>Metodología</p> <p>Diseño de investigación</p> <p>No experimental</p> |



AV. LA CULTURA



ESQUEMA DE LOCALIZACIÓN
ESC 1/5000

PLANO DE UBICACION Y PERIMETRICO

ESC 1/1000

CUADRO DE AREAS DEL INMUEBLE

| | | | |
|----|------------|---|---------------|
| 1. | AREA TOTAL | : | 11076.8061 m2 |
| 2. | PERIMETRO | : | 421.6047 ml |

CUADRO DE AREAS DEL BLOQUE B

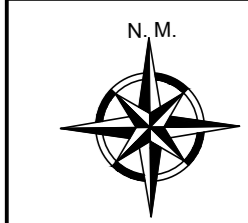
| | | | |
|----|------------|---|-------------|
| 1. | AREA TOTAL | : | 164.7744 m2 |
| 2. | PERIMETRO | : | 54.7000 ml |

UBICACION DEL PROYECTO

- | | | | |
|----|------------------|---|------------------------|
| 1. | DEPARTAMENTO | : | TACNA |
| 2. | PROVINCIA | : | TACNA |
| 3. | DISTRITO | : | C. GREGORIO ALBARRAZIN |
| 4. | LOCALIDAD | : | VIÑANI |
| 5. | NOMBRE DE LA VIA | : | AV. LA CULTURA S/N |
| 6. | MANZANA | : | -- |
| 7. | LOTE | : | -- |
| 8. | ETAPA | : | --- |



| | |
|---|--|
| PROYECTO: EVALUACIÓN ESTRUCTURAL PARA DETERMINAR LA RESPUESTA SÍSMICA DEL BLOQUE B DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA PARROQUIAL SANTA CRUZ | |
| PROPIETARIO: PBRO. PADRE DANIEL ODOMA IGONO PROF. MARTHA HERRERA ALE | |
| PLANO: UBICACION Y PERIMETRICO DEL PROYECTO DE INVESTIGACION | |
| DIBUJANTES: BACH. ALEX WILBERT CONDORI LUQUE BACH. DANIEL ALEJANDRO PORTUGAL MAMANI | UBICACION: AV. LA CULTURA S/N DIST. GREGORIO A. L. - PROV. TACNA - DEP. TACNA ESCALA: INDICADA FECHA: OCTUBRE - 2025 |
| LAMINA: <h1 style="font-size: 2em;">U-01</h1> | |



N. M.
UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

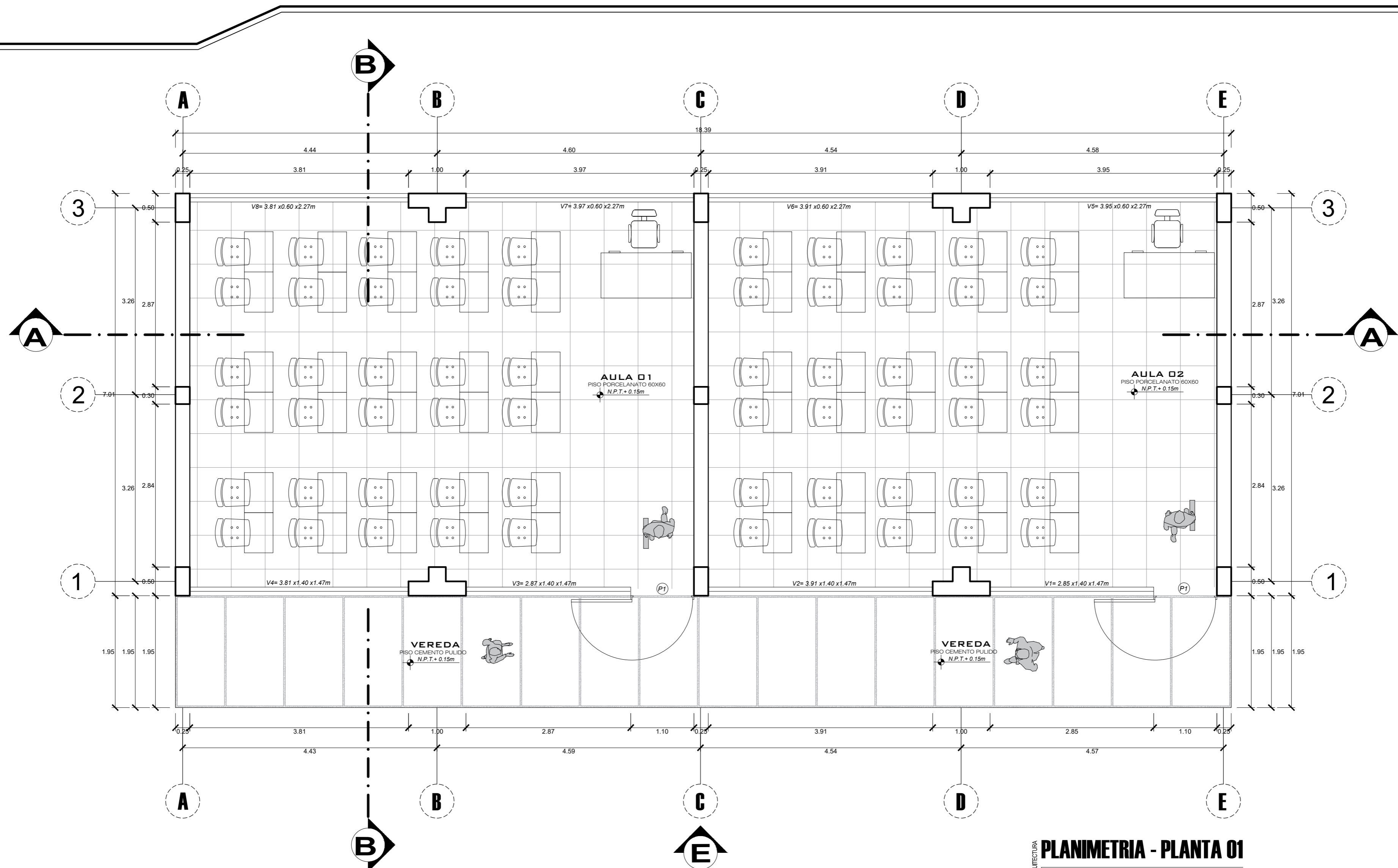
UBICACIÓN: AVENIDA LA CULTURA S/N
DEPARTAMENTO: PROVINCIA DE TACNA
DIST. GREGORIO ALBARRACIN L.
ESCALA INDICADA: NOVIEMBRE 2025
PLANO:

ARQUITECTURA
DISTRIBUCION

PROYECTO: EVALUACIÓN ESTRUCTURAL PARA DETERMINAR LA RESPUESTA SÍSMICA DEL BLOQUE B DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA PARROQUIAL SANTA CRUZ

AUTORIZADO: PBR. PADRE DANIEL ODOMA IGONO
PROF. MARTHA HERRERA ALE
DIBUJANTES: BACH. ALEX WILBERT CONDORI LUQUE
BACH. DANIEL ALEJANDRO PORTUGAL MAMANI
LÁMINA:

A-01



ELEVACION PRINCIPAL

PLANIMETRIA - PLANTA 01

1ER PISO esc. 1/50

CUADRO DE VANOS
PLANO: PRIMER PISO

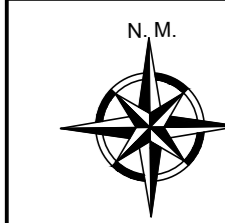
| PUERTAS | | | | | |
|---------|----|-------|------|----------|---------------|
| TIPO | Nº | ANCHO | ALTO | ALFEIZER | OBSERVACIONES |
| P1 | 2 | 1.10 | 2.88 | --- | CONTRAPLACADA |

| VENTANAS | | | | | |
|----------|----|-------|------|----------|---------------|
| TIPO | Nº | ANCHO | ALTO | ALFEIZER | OBSERVACIONES |
| V1 | 1 | 2.85 | 1.40 | 1.47 | DOS HOJAS |
| V2 | 1 | 3.91 | 1.40 | 1.47 | DOS HOJAS |
| V3 | 1 | 2.87 | 1.40 | 1.47 | DOS HOJAS |
| V4 | 1 | 3.81 | 1.40 | 1.47 | DOS HOJAS |
| V5 | 1 | 3.95 | 0.60 | 2.27 | DOS HOJAS |
| V6 | 1 | 3.91 | 0.60 | 2.27 | DOS HOJAS |
| V7 | 1 | 3.97 | 0.60 | 2.27 | DOS HOJAS |
| V8 | 1 | 3.81 | 0.60 | 2.27 | DOS HOJAS |

CUADRO DE VANOS
PLANO: SEGUNDO PISO

| PUERTAS | | | | | |
|---------|----|-------|------|----------|---------------|
| TIPO | Nº | ANCHO | ALTO | ALFEIZER | OBSERVACIONES |
| P2 | 2 | 1.10 | 2.77 | --- | CONTRAPLACADA |

| VENTANAS | | | | | |
|----------|----|-------|------|----------|---------------|
| TIPO | Nº | ANCHO | ALTO | ALFEIZER | OBSERVACIONES |
| V9 | 1 | 2.85 | 1.27 | 1.50 | DOS HOJAS |
| V10 | 1 | 3.91 | 1.27 | 1.50 | DOS HOJAS |
| V11 | 1 | 2.87 | 1.27 | 1.50 | DOS HOJAS |
| V12 | 1 | 3.81 | 1.27 | 1.50 | DOS HOJAS |
| V13 | 1 | 3.95 | 0.60 | 2.17 | DOS HOJAS |
| V14 | 1 | 3.91 | 0.60 | 2.17 | DOS HOJAS |
| V15 | 1 | 3.97 | 0.60 | 2.17 | DOS HOJAS |
| V16 | 1 | 3.81 | 0.60 | 2.17 | DOS HOJAS |



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

UBICACIÓN: AVENIDA LA CULTURA S/N DEPARTAMENTO: PROVINCIA DE TACNA DIST. GREGORIO ALBARRACIN L.
ESCALA INDICADA: NOVIEMBRE 2025
PLANO:

ARQUITECTURA DISTRIBUCION

PROYECTO:

EVALUACIÓN ESTRUCTURAL PARA DETERMINAR LA RESPUESTA SÍSMICA DEL BLOQUE B DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA PARROQUIAL SANTA CRUZ

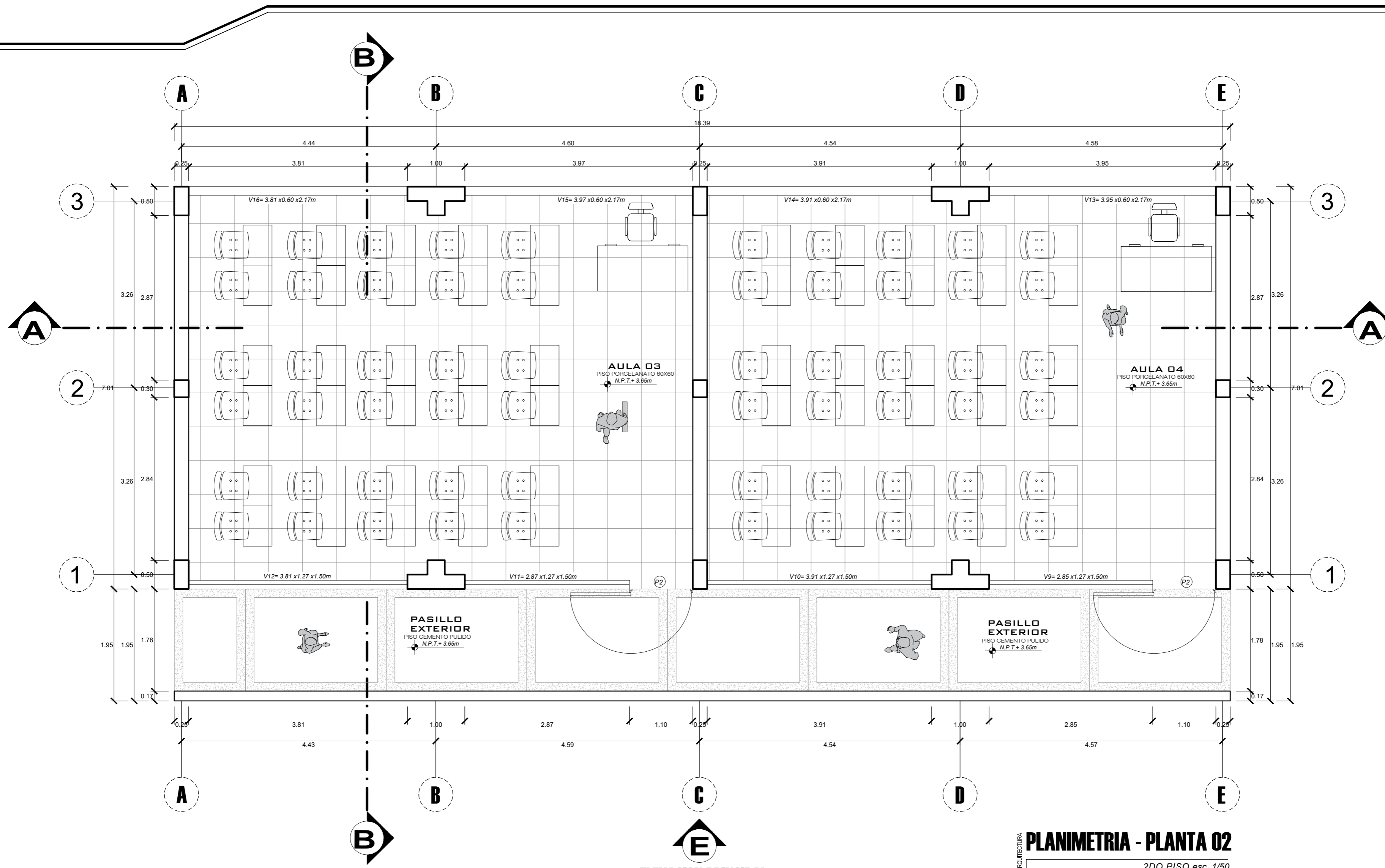
AUTORIZACIÓN: PBR. PADRE DANIEL ODOMA IGONO
PROF. MARTHA HERRERA ALE

DEBUNTES: BACH. ALEX WILBERT CONDORI LUQUE

BACH. DANIEL ALEJANDRO PORTUGAL MAMANI

LÁMINA:

A-02



ELEVACION PRINCIPAL

ARQUITECTURA PLANIMETRIA - PLANTA 02

2DO PISO esc. 1/50

CUADRO DE VANOS
PLANO: PRIMER PISO

| PUERTAS | | | | | |
|---------|----|-------|------|----------|---------------|
| TIPO | Nº | ANCHO | ALTO | ALFEIZER | OBSERVACIONES |
| P1 | 2 | 1.10 | 2.88 | --- | CONTRAPLACADA |

| VENTANAS | | | | | |
|----------|----|-------|------|----------|---------------|
| TIPO | Nº | ANCHO | ALTO | ALFEIZER | OBSERVACIONES |
| V1 | 1 | 2.85 | 1.40 | 1.47 | DOS HOJAS |
| V2 | 1 | 3.91 | 1.40 | 1.47 | DOS HOJAS |
| V3 | 1 | 2.87 | 1.40 | 1.47 | DOS HOJAS |
| V4 | 1 | 3.81 | 1.40 | 1.47 | DOS HOJAS |
| V5 | 1 | 3.95 | 0.60 | 2.27 | DOS HOJAS |
| V6 | 1 | 3.91 | 0.60 | 2.27 | DOS HOJAS |
| V7 | 1 | 3.97 | 0.60 | 2.27 | DOS HOJAS |
| V8 | 1 | 3.81 | 0.60 | 2.27 | DOS HOJAS |

CUADRO DE VANOS
PLANO: SEGUNDO PISO

| PUERTAS | | | | | |
|---------|----|-------|------|----------|---------------|
| TIPO | Nº | ANCHO | ALTO | ALFEIZER | OBSERVACIONES |
| P2 | 2 | 1.10 | 2.77 | --- | CONTRAPLACADA |

| VENTANAS | | | | | |
|----------|----|-------|------|----------|---------------|
| TIPO | Nº | ANCHO | ALTO | ALFEIZER | OBSERVACIONES |
| V9 | 1 | 2.85 | 1.27 | 1.50 | DOS HOJAS |
| V10 | 1 | 3.91 | 1.27 | 1.50 | DOS HOJAS |
| V11 | 1 | 2.87 | 1.27 | 1.50 | DOS HOJAS |
| V12 | 1 | 3.81 | 1.27 | 1.50 | DOS HOJAS |
| V13 | 1 | 3.95 | 0.60 | 2.17 | DOS HOJAS |
| V14 | 1 | 3.91 | 0.60 | 2.17 | DOS HOJAS |
| V15 | 1 | 3.97 | 0.60 | 2.17 | DOS HOJAS |
| V16 | 1 | 3.81 | 0.60 | 2.17 | DOS HOJAS |



N.M.



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

UBICACIÓN:
AVENIDA LA CULTURA S/N
DEPARTAMENTO, PROVINCIA DE TACNA
DIST. GREGORIO ALBARACIN L.

ESCALA: FECHA:
INDICADA: NOVIEMBRE 2025

PLANO:
ARQUITECTURA
CORTES
Y
ELEVACIONES

PROYECTO:

EVALUACIÓN ESTRUCTURAL PARA
DETERMINAR LA RESPUESTA SISMICA DEL
BLOQUE B DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA
PARROQUIAL SANTA CRUZ

AUTORIDADES:
PBRO. PADRE DANIEL ODOMA
IGONO

PROF. MARTHA HERRERA ALE

DIBUJANTES:
BACH. ALEX WILBERT
CONDORI LUQUE

BACH. DANIEL ALEJANDRO
PORTUGAL MAMANI

LÁMINA:

A-03

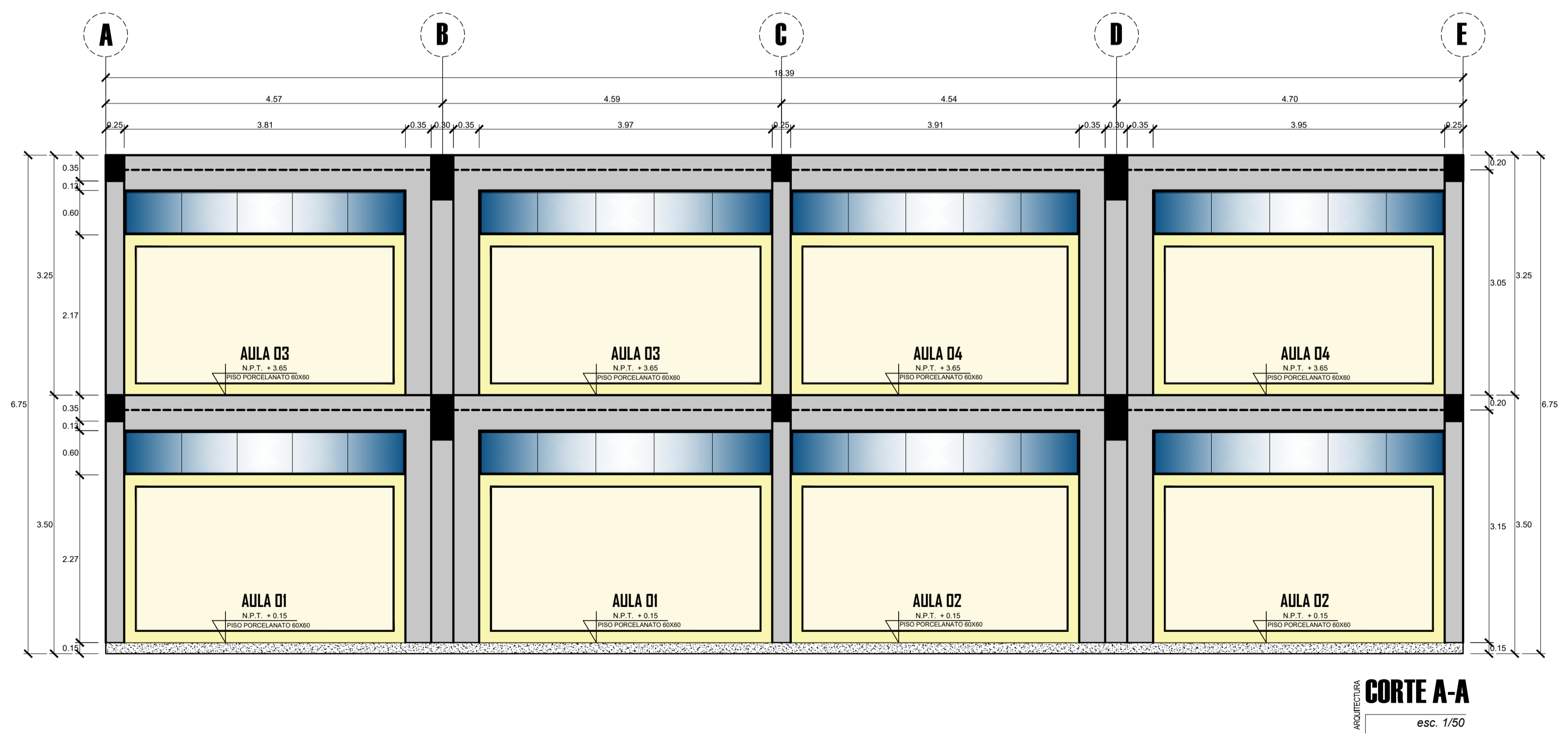
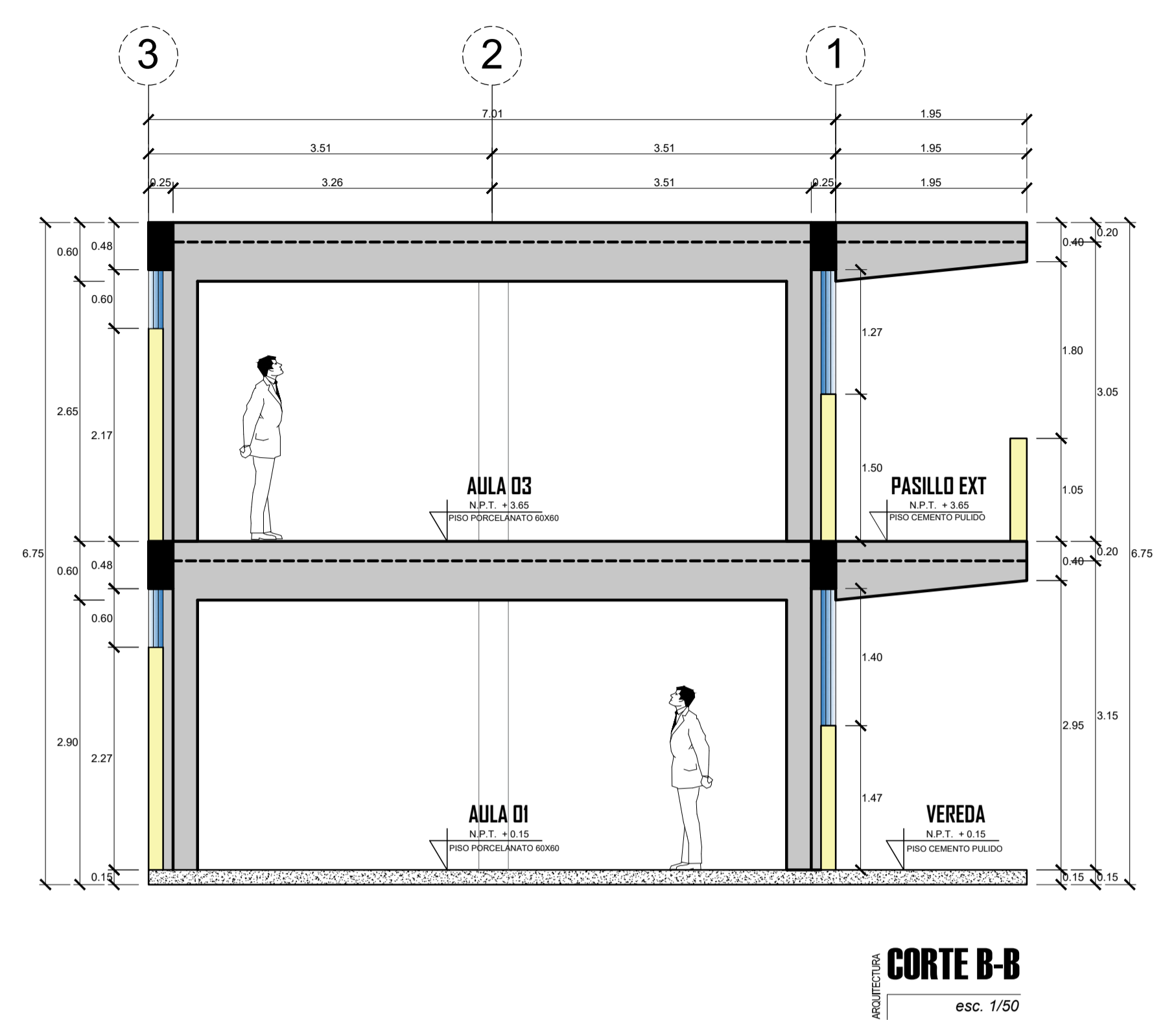
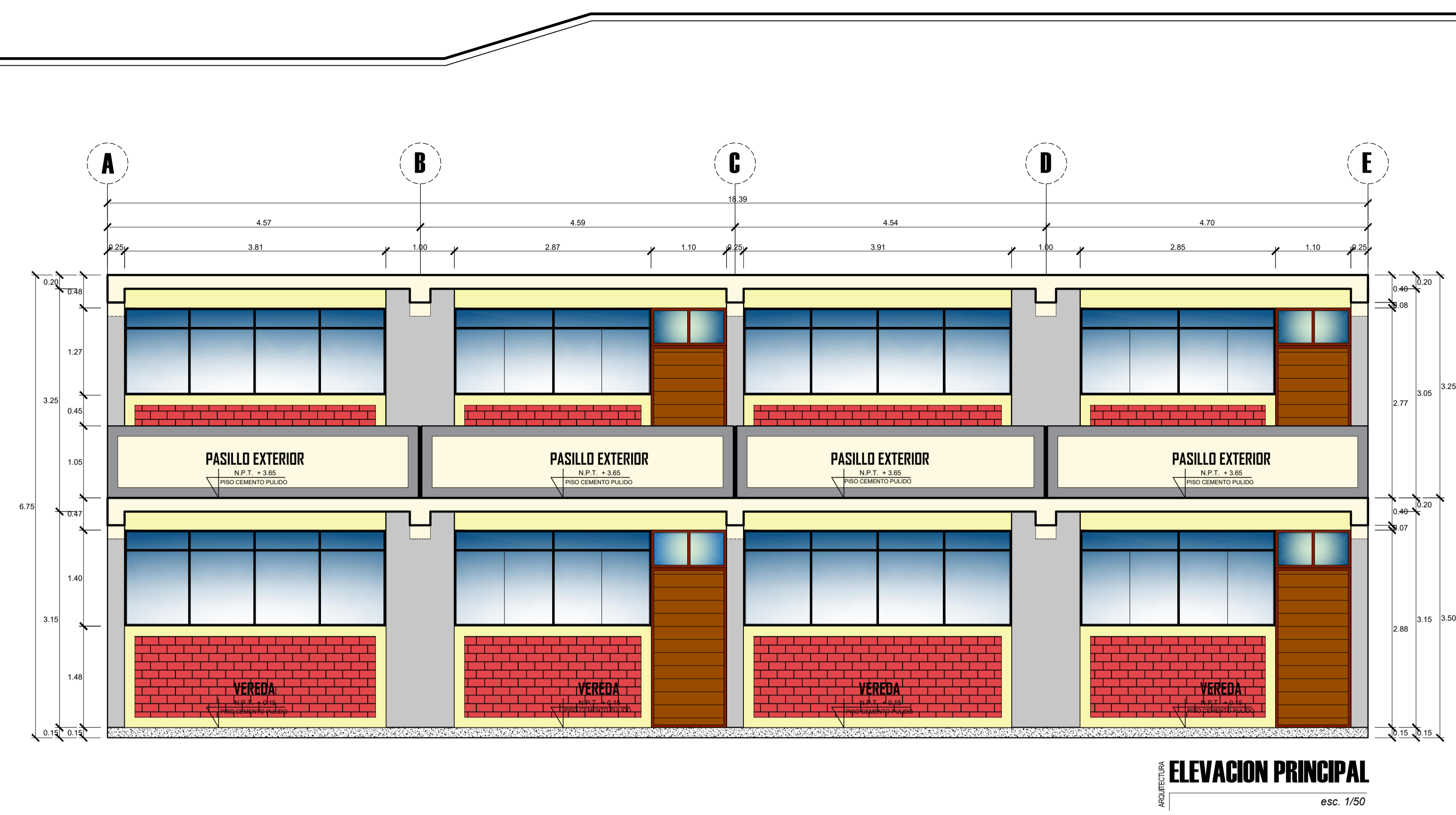


FOTO ILUSTRATIVA REFERENCIAL
esc. S/E

CUADRO DE VANOS
PLANO: PRIMER PISO

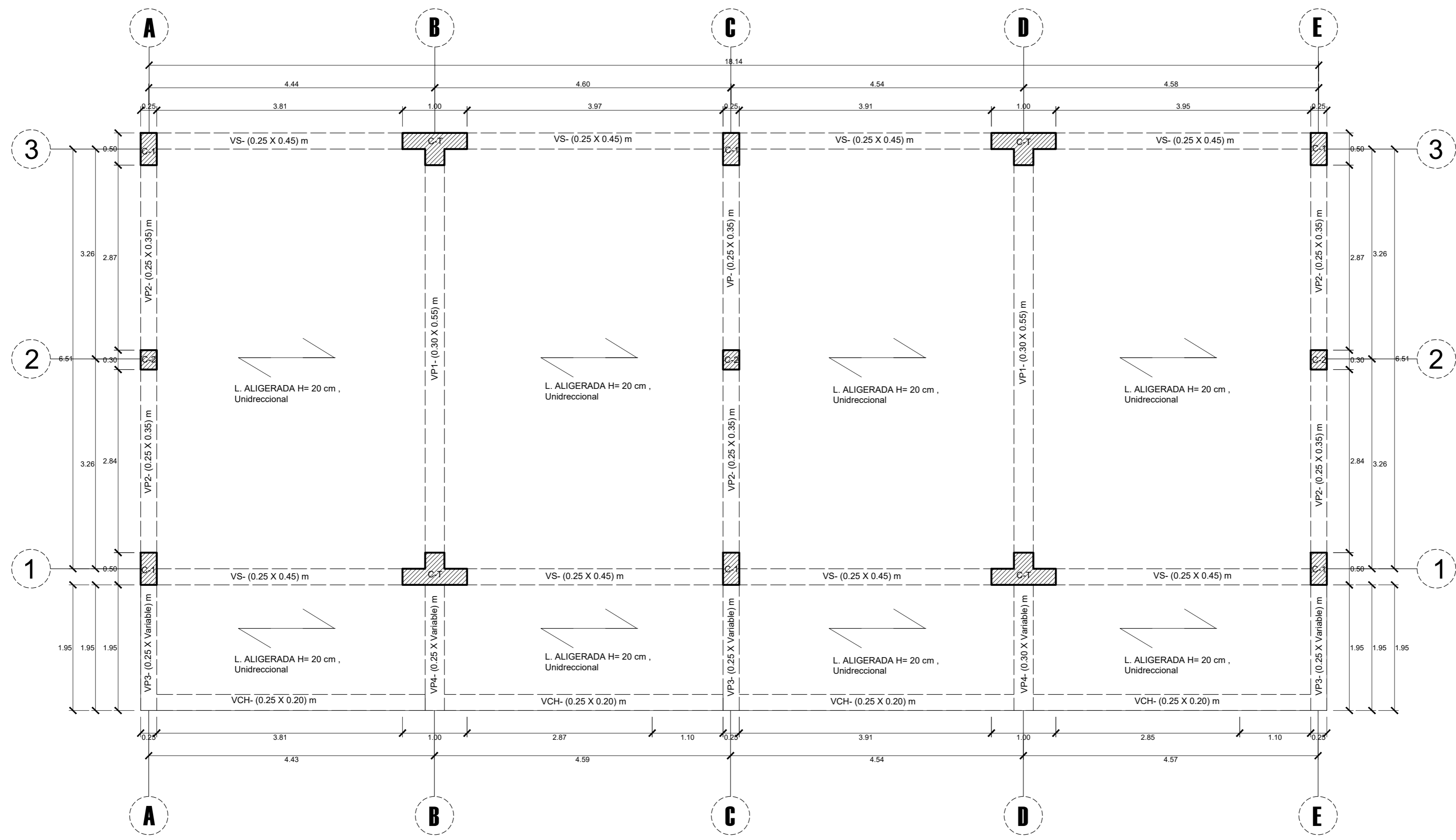
| PUERTAS | | | | | |
|---------|----|-------|------|----------|---------------|
| TIPO | Nº | ANCHO | ALTO | ALFEIZER | OBSERVACIONES |
| P1 | 2 | 1.10 | 2.88 | --- | CONTRAPLACADA |

| VENTANAS | | | | | |
|----------|----|-------|------|----------|---------------|
| TIPO | Nº | ANCHO | ALTO | ALFEIZER | OBSERVACIONES |
| V1 | 1 | 2.85 | 1.40 | 1.47 | DOS HOJAS |
| V2 | 1 | 3.91 | 1.40 | 1.47 | DOS HOJAS |
| V3 | 1 | 2.87 | 1.40 | 1.47 | DOS HOJAS |
| V4 | 1 | 3.81 | 1.40 | 1.47 | DOS HOJAS |
| V5 | 1 | 3.95 | 0.60 | 2.27 | DOS HOJAS |
| V6 | 1 | 3.91 | 0.60 | 2.27 | DOS HOJAS |
| V7 | 1 | 3.97 | 0.60 | 2.27 | DOS HOJAS |
| V8 | 1 | 3.81 | 0.60 | 2.27 | DOS HOJAS |

CUADRO DE VANOS
PLANO: SEGUNDO PISO

| PUERTAS | | | | | |
|---------|----|-------|------|----------|---------------|
| TIPO | Nº | ANCHO | ALTO | ALFEIZER | OBSERVACIONES |
| P2 | 2 | 1.10 | 2.77 | --- | CONTRAPLACADA |

| VENTANAS | | | | | |
|----------|----|-------|------|----------|---------------|
| TIPO | Nº | ANCHO | ALTO | ALFEIZER | OBSERVACIONES |
| V9 | 1 | 2.85 | 1.27 | 1.50 | DOS HOJAS |
| V10 | 1 | 3.91 | 1.27 | 1.50 | DOS HOJAS |
| V11 | 1 | 2.87 | 1.27 | 1.50 | DOS HOJAS |
| V12 | 1 | 3.81 | 1.27 | 1.50 | DOS HOJAS |
| V13 | 1 | 3.95 | 0.60 | 2.17 | DOS HOJAS |
| V14 | 1 | 3.91 | 0.60 | 2.17 | DOS HOJAS |
| V15 | 1 | 3.97 | 0.60 | 2.17 | DOS HOJAS |
| V16 | 1 | 3.81 | 0.60 | 2.17 | DOS HOJAS |

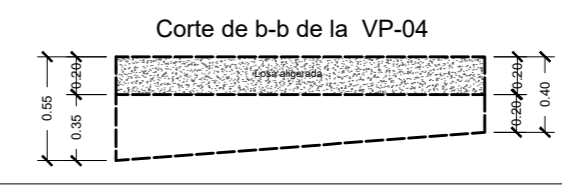
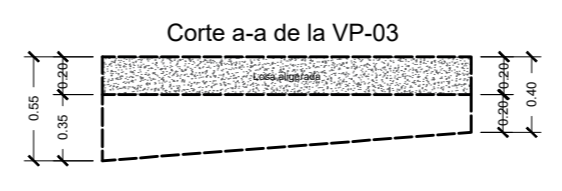
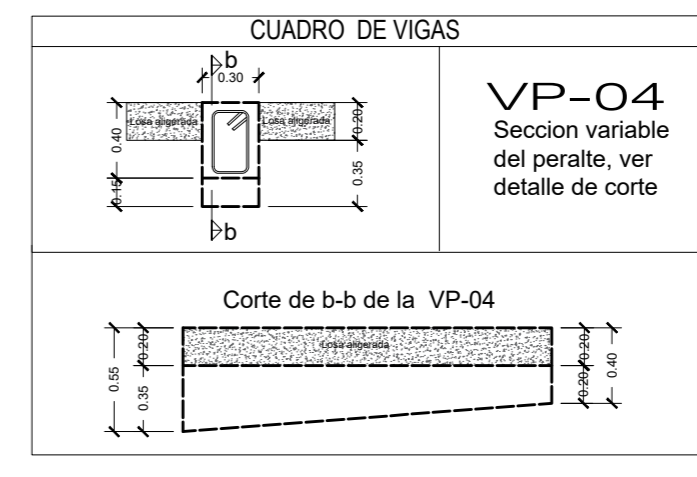
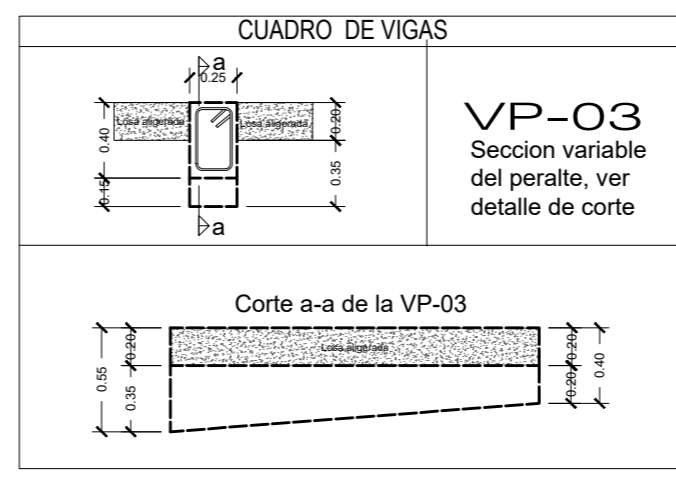


CUADRO DE COLUMNAS

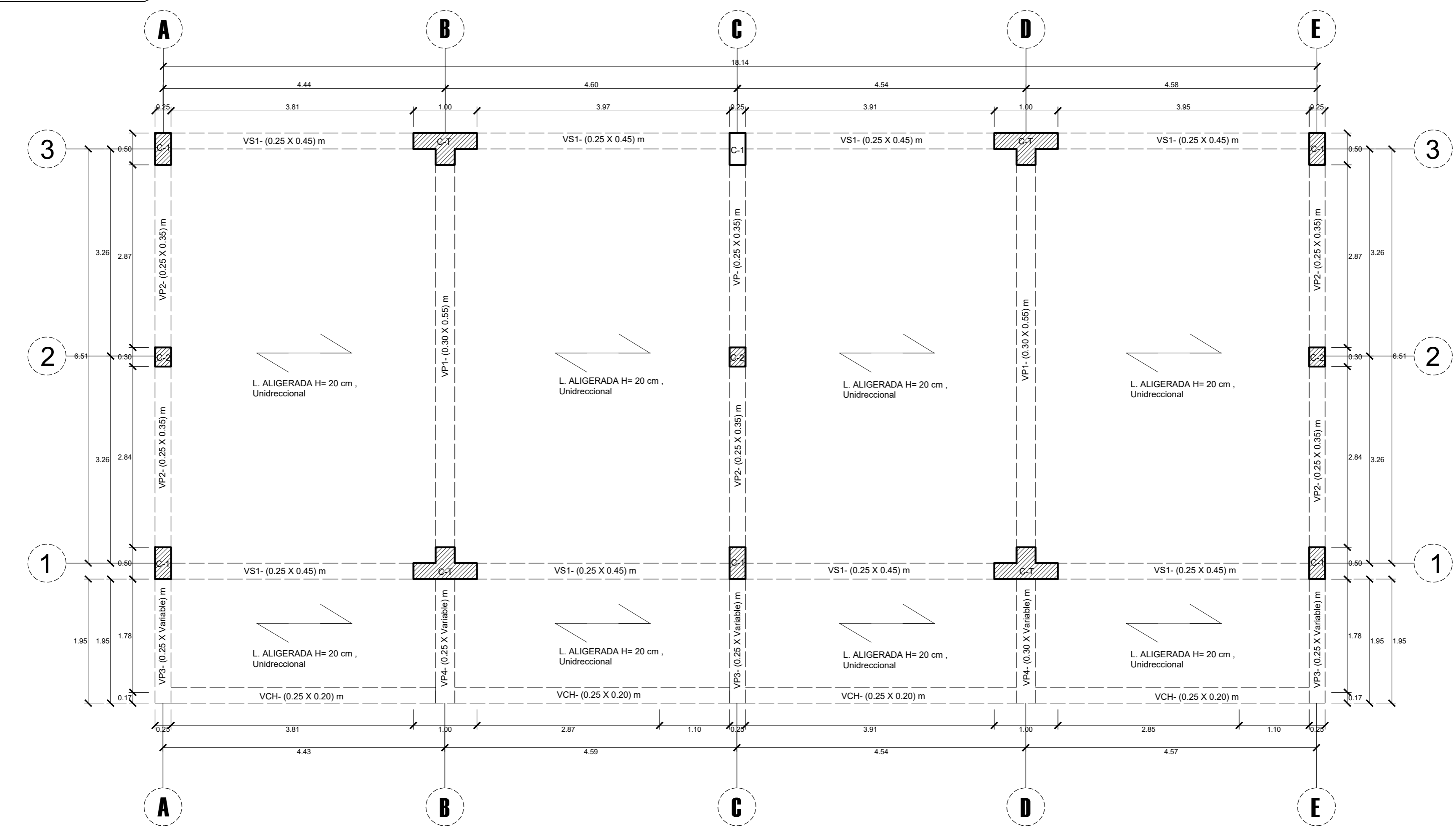
| | |
|--|-----|
| | C-T |
| | C-1 |
| | C-2 |

CUADRO DE VIGAS

| | |
|--|-------|
| | VP-01 |
| | VP-02 |
| | VS-01 |
| | V-CH |



ESTRUCTURAS **ALIGERADO - PLANTA 01**
1ER PISO esc. 1/50

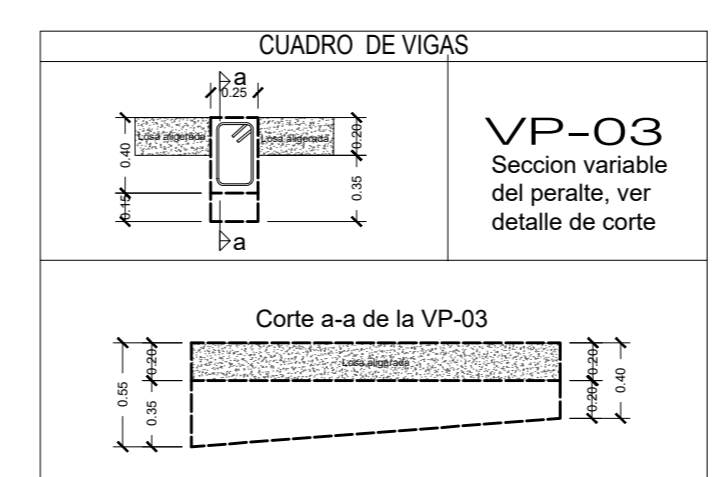


CUADRO DE COLUMNAS

| | |
|--|-----|
| | C-T |
| | C-1 |
| | C-2 |

CUADRO DE VIGAS

| | |
|--|-------|
| | VP-01 |
| | VP-02 |
| | VS-01 |
| | V-CH |



ESTRUCTURAS ALIGERADOS - PLANTA 02

2DO PISO esc. 1/50

